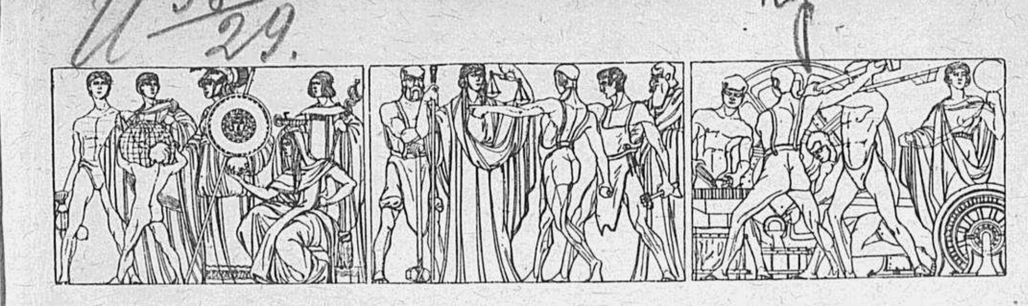


МАТЕРІАЛЫ и РАБОТЫ

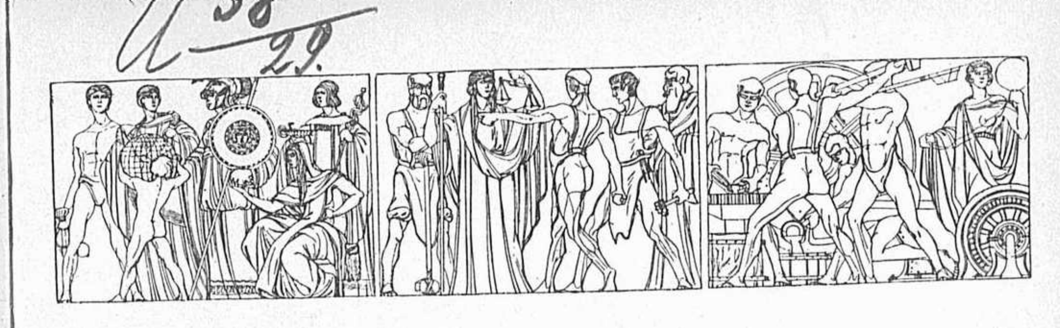
камень, глина, известь,
цементъ, бетонъ, желѣзо,
краски, асфальтъ, дерево.

КРАТКОЕ РУКОВОДСТВО
ПО ПРОГРАММѢ СТАРШАГО КЛАССА
НИКОЛАЕВСКАГО ИНЖЕНЕРНАГО УЧИЛИЩА.

В. ПЕРЕСВѢТЪ-СОЛТАНЪ.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ, 1909 г.

„Т-во Художествен. Печати".
Спб., Ивановская, 14.



МАТЕРІАЛЫ и РАБОТЫ

камень, глина, известь, цементъ, бетонъ, желѣзо, краски, асфальтъ, дерево.

КРАТКОЕ РУКОВОДСТВО
ПО ПРОГРАММѢ СТАРШАГО КЛАССА
НИКОЛАЕВСКАГО ИНЖЕНЕРНАГО УЧИЛИЩА.



В. ПЕРЕСВѢТЪ-СОЛТАНЪ.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ, 1909 г.

„Т-во Художествен. Печати".
Спб., Ивановская, 14.

Оглавленіе.

Стр.

I. Естественные строительные камни.

II. Искусственные строительные камни.

Стр.

III. Каменныя работы.

IV. Металлы и ихъ обработка.

V. Малярные матеріалы и работы.

Стр.

VI. Дерево и его обработка [1]).

---

[1]) Какъ эта глава, такъ и все напечатанное мелкимъ шрифтомъ не относится къ училищной программѣ.

Пособіями служили:

1) **Малюга, И.** Естественные строительные камни. СПБ. 1892.
2) **Эвальдъ, В.** Строительные матеріалы. СПБ. 1906.
3) **Лундбергъ, Э.** Матеріалы и работы. СПБ. 1903 и 1905.
4) **Глинка, С.** Каменные строительные матеріалы. СПБ. 1891.
5) **Зиборовъ, М.** Строительные матеріалы. СПБ. 1897.
6) **Moormann.** Beitrag zur Entstehung der Gesteine. Centralblatt der Bauverwaltung, 1902 № 9.
7) **Ляминъ,** Естественные строительные камни Петербурга. Зодчій 1902 № 11 и 45. Прочность камней. Зодчій 1897.
8) **Малюга, И.** Лекціи въ Инженерной академіи 1907—8.
9) **Бѣлелюбскій, Н.** Механическая лабораторія Института инженеровъ путей сообщенія. СПБ. 1886.
10) **Малюга, И.** Производство кирпича и другихъ глиняныхъ и строительныхъ матеріаловъ. СПБ. 1900.
11) **Bach, C.** Elasticität und Festigkeit. Berlin, 1902.
12) Mittheilungen aus dem mechanischen Laboratorium der König. polit. Schule in München, 1889.
13) **Малюга, И.** Оцѣнка глиняныхъ строительныхъ матеріаловъ. СПБ. 1888.
14) **Менделѣевъ, Д.** Основы химіи. СПБ. 1906.
15) **Burchartz, H.** Luftkalke und Luftkalkmörtel. Berlin, 1908.
16) **Езіоранскій, І. и Заботкинъ, Д.** Известковые растворы. СПБ. 1863.
17) **Heusinger von Waldegg, E.** Die Kalkbrennerei und Cementfabrikation. Leipzig, 1903.
18) **Ляминъ, Н.** Основныя свойства портландъ-цемента и способы его примѣненія. СПБ. 1902.
19) **Житкевичъ, Н.** Монолитность бетонныхъ сооруженій. СПБ. 1905.
20) **Вагнеръ, Р.** Химическая технологія. СПБ. 1902.
21) **Ferret, R.** Технологія строительныхъ вяжущихъ матеріаловъ. СПБ. 1902.
22) **Mahiels, A.** Бетонъ и его примѣненіе. СПБ. 1902.
23) **Малюга, И.** Составъ и способъ приготовленія цементнаго раствора (бетона). СПБ. 1895 и 1897.
24) **Candlot, E.** Гидравлическія извести. СПБ. 1902.
25) **Радивановскій, В.** Курсъ строительнаго искусства. СПБ. 1900.
26) **Курдюмовъ, В.** Каменная кладка. СПБ. 1904.
27) **Стаценко, В.** Части зданій. СПБ. 1905.
28) **Красовскій, А.** Части зданій. Москва. 1886.
29) **Кирпичевъ, В.** Сопротивленіе матеріаловъ. II ч. Кіевъ. 1900.
30) **Житкевичъ, Н.** Бетонныя работы (литог.) СПБ. 1908.
31) **Candlot, E.** Ciments et chaux hydrąliques. Paris. 1898.
32) **Евангуловъ, М. и Вологдинъ, С.** Металлографія. СПБ. 1905.
33) **Витторфъ.** Теорія сплавовъ. СПБ. 1909.
34) **Лютыкъ, А.** Краткое руководство къ производству малярныхъ работъ. Москва. 1894.
35) **Курдюмовъ, В.** Дерево. СПБ. 1904.

I.

Естественные строительные камни.

Естественные матеріалы, годные для устройства различныхъ частей сооруженій, весьма распространены въ природѣ и потому всегда находили большое примѣненіе въ строительной практикѣ. Въ простѣйшемъ случаѣ они встрѣчаются совершенно готовыми, напримѣръ, булыжный камень, чаще же требуютъ добыванія и надлежащей обработки.

Строительныя свойства горныхъ породъ зависятъ какъ отъ химическаго состава и строенія вещества, такъ и отъ сложенія самого камня.

Составъ горныхъ породъ. Большинство породъ состоитъ изъ такъ называемыхъ *минераловъ*, представляющихъ совокупность частицъ однороднаго химическаго состава и опредѣленной кристаллической формы.

Въ составъ минераловъ входятъ главнымъ образомъ:

Окись кремнія (SiO_2),
Окись алюминія (Al_2O_3),
Углекислая известь ($CaCO_3$),

нѣсколько рѣже углекислый магній ($MgCO_3$), сѣрнокислый кальцій ($CaSO_4$) и, въ видѣ примѣсей, окиси K, Na, Ca, Mg, Fe и нѣкоторыхъ другихъ металловъ.

Наиболѣе важнымъ, въ строительномъ отношеніи, свойствомъ минераловъ является ихъ твердость, которая непосредственно вліяетъ на сопротивленіе камней механическимъ усиліямъ и на трудность обработки ихъ. Относительную твердость минераловъ принято опредѣлять шкалой Моса [1]), по которой известковый шпатъ имѣетъ отмѣтку 3, полевой шпатъ—6 и кварцъ—7.

Насколько, помимо состава, вліяетъ *строеніе*, видно изъ того, напримѣръ, что кремнеземъ (SiO_2) съ кристаллическимъ строеніемъ даетъ кварцъ, а съ аморфнымъ — извѣстный въ обще-

[1]) Шкалу Моса составляютъ слѣдующіе минералы: 1) талькъ, 2) гипсъ, 3) известковый шпатъ, 4) плавиковый шпатъ, 5) апатитъ, 6) полевой шпатъ, 7) кварцъ, 8) топазъ, 9) корундъ и 10) алмазъ, изъ которыхъ каждый послѣдующій чертитъ предъидущій.

житіи кремень, уже отличный по своимъ свойствамъ отъ кварца. Еще большую разницу представляетъ мраморъ—кристаллическая углекислая известь ($CaCO_3$) и мѣлъ—аморфная. Строеніе же горной породы какъ въ ея частицахъ, такъ и въ цѣломъ тѣсно связано съ ея происхожденіемъ.

Происхожденіе горныхъ породъ нельзя еще считать выясненнымъ съ достаточной точностью. Если отложенія мѣла въ видѣ цѣлыхъ кряжей и горъ можно признать результатомъ поднятія или обнаженія такихъ мѣстъ морского дна, гдѣ протекала жизнь особаго вида корненожекъ, поглощавшихъ углекислый кальцій изъ морской воды, то образованіе *мраморовъ* объясняется нѣсколько предположительно. Повидимому, подъ вліяніемъ высокихъ температуръ и большого давленія, которыя могли имѣть мѣсто въ нѣдрахъ земли и которыя, какъ извѣстно, увеличиваютъ растворимость въ водѣ многихъ солей, могло происходить раствореніе углекислой извести и кристаллизація ея. Кромѣ того, согласно нынѣшнихъ опытовъ, кристаллы могли образоваться и непосредственно подъ вліяніемъ сильнаго и продолжительнаго давленія. Подтвержденіемъ этого, въ связи съ тѣмъ, что мраморы не принадлежатъ къ изверженнымъ горнымъ породамъ, можетъ служить совмѣстное залеганіе ихъ съ грубыми кристаллическими известняками и нахожденіе въ мраморовидныхъ известнякахъ окаменѣлостей и слѣдовъ растеній.

Образованіе нѣкоторыхъ *песчаниковъ* на большой глубинѣ уже давно объяснялось раствореніемъ связующихъ ихъ веществъ, нахожденіе же вблизи земной поверхности кремнистыхъ песчаниковъ стало понятнымъ лишь послѣ доказательства возможности цементаціи кремнеземомъ подъ небольшимъ, но продолжительнымъ давленіемъ [1]).

Граниты и гнейсы считаются одними изъ самыхъ древнихъ горныхъ породъ и обыкновенно причисляются къ изверженнымъ, однако параллельное расположеніе листочковъ слюды, напримѣръ, въ гнейсѣ даетъ основаніе считать его породой вторичнаго происхожденія.

---

[1]) Смачивая песокъ растворимымъ стекломъ и подвергая продолжительному, но незначительному давленію, Спрингъ получалъ сцементированный матеріалъ въ родѣ молодого песчаника, тогда какъ ни непосредственное сильное сдавливаніе песчинокъ, ни высушка растворимаго стекла не могли связать песчинокъ. Эти опыты (Centrbl. d. Bauverwaltung, 1902, № 9) интересны еще въ томъ отношеніи, что доказали невозможность непосредственной спайки такихъ веществъ, какъ SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3 и тому подобныхъ, составляющихъ основу силикатовыхъ горныхъ породъ, такъ какъ оказалось, что только тѣла пластичныя, подвергаясь совмѣстному давленію, могутъ связываться, какъ будто они были расплавлены. Такимъ же образомъ металлическія пластинки (кромѣ сочетанія цинковой и свинцовой), сложенныя пришлифованными поверхностями и нагрѣваемыя въ теченіе 9 — 12 часовъ значительно ниже температуры плавленія ихъ, оказывались спаянными на глубину 0,25—6 мм.

Трахиты и базальты, находимые очень часто около потухшихъ вулкановъ и содержащіе вулканическое стекло, относятся уже безусловно къ изверженнымъ (вулканическимъ) горнымъ породамъ.

Наконецъ, продукты разложенія полевошпатовыхъ породъ, глина и песокъ, помимо образованія сланцевъ и песчаниковъ, могли отлагаться самостоятельно въ видѣ залежей того и другого

Такимъ образомъ, по своему *происхожденію* горныя породы раздѣляются на двѣ группы:

1) *Изверженныя* (гранитъ, трахитъ).
2) *Осадочныя* (известняки, песчаники, земли).

Изъ послѣднихъ же могутъ быть выдѣлены:

1) *Сцементированныя* (известняки, песчаники).
2) *Рыхлыя* или *земли* (песокъ и глина).

Въ отличіе отъ *рыхлыхъ* остальныя породы называютъ *естественными камнями*.

По характеру *строенія* вещества въ породѣ различаютъ слѣдующія формы.

1) *Кристаллическое* или зернистое строеніе, крупное и мелкое, называемое скрыто-кристаллическимъ вслѣдствіе видимости только подъ микроскопомъ, какъ въ гранитѣ и мраморѣ.
2) *Плотное*—въ обыкновенныхъ известнякахъ
3) *Чешуйчатое* или листовое, наблюдаемое въ слюдѣ.
4) *Волокнистое*—въ азбестѣ.
5) *Порфировидное*, когда въ основную массу вкраплены части другого вещества, обыкновенно отличающагося по цвѣту, какъ въ порфирахъ.

Въ сложеніи самого массива горной породы обращаютъ вниманіе на такъ называемую *отдѣльность*, т. е. существованіе опредѣленныхъ естественныхъ трещинъ или болѣе слабыхъ прослоекъ. что весьма важно какъ для добыванія, такъ и службы камня въ постройкѣ. У песчаниковъ и известняковъ наблюдаютъ плитообразную отдѣльность, у гранитовъ—кубическую, у базальтовъ—колоннообразную, столбчатую.

Иногда дѣлятъ горныя породы еще на простыя, состоящія изъ одного минерала, въ отличіе отъ сложныхъ, но такихъ породъ въ чистомъ видѣ почти не встрѣчается.

Известковыя строительныя породы (карбонаты).

Главная составная часть кристаллическихъ *карбонатовъ*—*известковый шпатъ* ($Ca\,CO_3$), безцвѣтный и прозрачный, некристаллическихъ—аморфная *углекислая известь* различной плотности.

Примѣсями бываютъ: углекислая магнезія, окислы желѣза, кремнистыя, глинистыя и органическія вещества [1]).

Практическое отличіе углекислыхъ известняковъ — *вскипаніе* въ кислотахъ съ выдѣленіемъ углекислаго газа (CO_2) и *разложеніе* при обжигѣ на окись кальція и углекислоту.

Доломиты состоятъ изъ углекальціевой и углемагніевой солей, при чемъ *нормальный доломитъ* содержитъ около 46% послѣдней (въ пайномъ соотношеніи [2]).

Доломитовыя горныя породы труднѣе разлагаются кислотами и въ томъ числѣ водой, содержащей углекислоту.

Сѣрнокислые известняки состоятъ изъ сѣрнокислаго кальція, встрѣчающагося въ видѣ водной его соли ($Ca\,SO_4\,2H_2O$) или *гипса*, и въ безводномъ состояніи или *ангидрита*.

Известняки весьма распространены въ природѣ и при легкости выломки и обработки находятъ большое примѣненіе въ строительномъ дѣлѣ въ слѣдующихъ разновидностяхъ.

Кристаллическіе известняки. Мраморы и доломиты.

Мраморы представляютъ однородную, тѣсносплоченную массу изъ кристалловъ известковаго шпата, почти безъ промежутковъ, такъ что пористость въ хорошихъ мраморахъ достигаетъ всего 0,2%. Въ самыхъ плотныхъ мраморахъ зернистое строеніе удается различить лишь подъ микроскопомъ [3]).

Не смотря на то, что твердость известковаго шпата незначительна и достигаетъ всего 3, зерна его настолько однородны и тѣсно сплочены, что еще до раздавливанія приходится употребить значительное усиліе, чтобы разъединить ихъ, почему мелкозернистые мраморы выдерживаютъ часто большее давленіе, чѣмъ многіе граниты, но въ то же время, будучи не очень твердыми, легко обрабатываются. Мелкозернистость и однородность строенія мрамора позволяетъ высѣкать на немъ очень тонкій орнаментъ и способствуетъ хорошей полировкѣ его. Крупнозернистый же мраморъ, а также съ прожилками тальковаго и слюдяного сланца плохо отесывается и полируется, выкалываясь по спайности зеренъ. Мраморъ часто бываетъ окрашенъ примѣсями въ самые разнообразные цвѣта съ красивыми рисунками.

---

[1]) Разновидность известковаго шпата—*арагонитъ*, нѣсколько большей твердости удѣльнаго вѣса (3 вмѣсто 2,7), кристаллизующійся при высшей температурѣ въ ромбической формѣ, въ отличіе отъ ромбоэдрической.

[2]) *Доломитъ* по кристаллической формѣ сходенъ съ известковымъ шпатомъ, но отличается большею твердостью (3,5—5) и удѣльнымъ вѣсомъ (2,85—2,95).

[3]) При сильномъ увеличеніи каждое такое зерно оказывается состоящимъ изъ нѣсколькихъ ромбоэдровъ, сросшихся по опредѣленному закону.

По своимъ цѣннымъ строительнымъ качествамъ этотъ матеріалъ находитъ примѣненіе для выдѣлки тонкихъ художественныхъ произведеній, облицовки (преимущественно внутренней) зданій, ваннъ, умывальниковъ, распредѣлительныхъ электрическихъ досокъ (вслѣдствіе своей дурной проводимости) и т. п.

Для устройства половъ при большой ходьбѣ онъ мало пригоденъ по своей истираемости, а для наружныхъ частей зданій—вслѣдствіе свой растворимости въ водѣ, содержащей углекислоту и сѣрнистый газъ, которымъ такъ богатъ воздухъ современныхъ городовъ.

Ломки очень хорошаго бѣлаго статуарнаго мрамора находятся въ *Алжирѣ*, а тѣлеснаго цвѣта и у насъ на Уралѣ около *Невьянска* [1]).

Въ *Крыму* имѣются также хорошіе сорта мрамора, еще, впрочемъ, мало изслѣдованные, напримѣръ, въ *Оріандѣ* и въ *Балаклавѣ* (красный, плотный въ родѣ африканскаго).

Финляндскіе мраморы (Тивдійскій, Рускіяльскій) очень часто содержатъ песокъ, желѣзный колчеданъ и углекислую магнезію, вслѣдствіе чего труднѣе обрабатываются и въ наружныхъ частяхъ быстро подвергаются разрушенію, нагляднымъ примѣромъ котораго можетъ служить Исаакіевскій соборъ.

Доломиты вслѣдствіе однороднаго состава и строенія также отличаются большимъ механическимъ сопротивленіемъ, но лучше противодѣйствуютъ вывѣтриванію, чѣмъ известняки [2]).

Обыкновенные известняки.

По своему строенію они представляютъ некристаллическую массу различной плотности и часто сплошь состоятъ изъ обломковъ известковыхъ раковинъ. Рѣже встрѣчаются переходныя формы съ кристаллическими включеніями мраморовъ и доломитовъ. Примѣси, преимущественно изъ солей желѣза, придаютъ имъ различную окраску отъ желтаго и бураго цвѣта до синяго, чаще въ видѣ пятенъ и прожилокъ указанныхъ цвѣтовъ. Наибольшее примѣненіе находятъ слѣдующіе виды известняковъ.

а) **Плотные известняки** отличаются однородностью и тонкозер-

---

[1]) Въ древности славился *Каррарскій* мраморъ, *Паросскій* (Венера Медиційская), мясокрасный съ пятнами, добывавшійся между Ниломъ и Краснымъ моремъ, черный *африканскій* мраморъ съ мясокрасными включеніями и др., которыхъ теперь уже почти не имѣется.

[2]) Въ природѣ они встрѣчаются нѣсколько рѣже мраморовъ и у насъ находятся въ центральной Россіи, въ губ.: Московской, Тульской и Казанской. Изъ заграничныхъ мѣстъ добыванія ихъ можно указать на сѣверную Америку.

нистымъ или даже совершенно плотнымъ строеніемъ, вслѣдствіе чего допускаютъ тонкую отдѣлку, хотя вообще безъ полировки.

Къ плотнымъ известнякамъ относятся также *мраморовидные* и *доломитовые* известняки полукристаллическаго сложенія, нѣкоторые сорта которыхъ принимаютъ и полировку.

Лучшіе сорта плотныхъ известняковъ идутъ на облицовку зданій.

Ломки хорошихъ *мраморовидныхъ известняковъ* находятся подъ *Коломной* и близъ *Подольска* (облицовка храма Спасителя въ Москвѣ), а также въ *Крыму*. *Доломитовые известняки* имѣются подъ *Москвой* (Мячковскій, Григоровскій и Подольскій). Изъ *заграничныхъ* мѣсторожденій ихъ можно указать на американскіе и англійскіе (зданіе Парламента въ Лондонѣ).

Среди *плотныхъ известняковъ* извѣстенъ весьма однородный и мелкозернистый *литографскій камень*, добываемый въ *Подольской* и *Могилевской* губ. Часто въ одной и той-же ломкѣ одни слои принадлежатъ къ плотнымъ известнякамъ, другіе къ грубымъ [1]).

b) **Грубые известняки** менѣе однородны и отличаются ноздреватостью и слоистымъ сложеніемъ съ прожилками. Вслѣдствіе позднѣйшаго образованія, они обыкновенно залегаютъ на небольшой глубинѣ, почему легко добываются и дешево обходятся. Для мелкой отдѣлки они мало пригодны и употребляются въ лучшемъ случаѣ для устройства цоколя обыкновенныхъ зданій, чаще же въ видѣ бутовой, тротуарной, прокладной и ступенной плиты и для обжига извести, при чемъ въ тротуарахъ вслѣдствіе своей истираемости довольно скоро получаютъ корытообразную. форму съ рубцами и выбоинами отъ неравномѣрнаго строенія и потому часто замѣняются гранитомъ и искусственнымъ камнемъ. Верхніе слои ломокъ, какъ болѣе слабые, идутъ преимущественно на обжигъ извести и только болѣе глубокіе на бутовую и отборную плиту. Многіе грубые известняки въ залежахъ настолько мягки, что легко обрабатываются пилой, но въ послѣдствіи твердѣютъ.

Грубые известняки имѣются во многихъ мѣстностяхъ Россіи и около Петербурга извѣстны слѣдующіе.

1) **Путиловская плита**, добываемая у села Антонова, считается лучшей и состоитъ изъ 14 слоевъ [2]); старицкій слой сѣраго цвѣта

[1]) Имѣются еще плотные известняки въ Эстляндской (ревельскій), Новгородской, Олонецкой, Самарской, Воронежской и Тверской губ.

[2]) Она представляетъ доломитизированный глинистый известнякъ съ включеніемъ зеленоватыхъ зеренъ глауконита.

и настолько однороденъ, что даже полируется. Плита идетъ для цоколя, тротуаровъ, ступеней и худшаго сорта на бутъ.

2) **Волховская плита**, выламываемая на р. Волхвѣ, уступаетъ Путиловской и потому больше употребляется на бутовую кладку и выжиганіе извести.

3) **Тосненская плита**, добываемая у села Никольскаго, содержитъ нѣсколько больше кремнезема и труднѣе обрабатывается; идетъ на бутъ и обжигается на известь.

с) **Раковистые известняки**, обыкновенно ноздреватаго строенія, весьма распространены на югѣ Россіи и доставляютъ главный матеріалъ для мѣстныхъ построекъ. Они встрѣчаются отъ самыхъ мягкихъ, легко обрабатываемыхъ пилой, до очень твердыхъ кремнистыхъ. Болѣе ноздреватые изъ этихъ известняковъ, образовавшіеся отложеніемъ углекислой извести изъ раствора въ углекислой водѣ, носятъ названіе *известковыхъ туфовъ* [1]).

На сѣверѣ имѣется *Пудожскій* туфъ (около Гатчины). Изъ него сдѣланы колонны Казанскаго собора (въ послѣдствіи оштукатуренныя для предохраненія отъ вывѣтриванія).

Изъ *иностранныхъ* туфовъ извѣстенъ употребляемый въ Парижѣ (построены многіе дома) и Римскій „травертино“ (коллизей и колоннада собора Св. Петра).

d) **Мѣлъ**—рыхлый землистый известнякъ, настолько мягкій, что легко растирается между пальцами.

Употребляется для побѣлокъ, различныхъ замазокъ и приготовленія цемента, даетъ хорошую жирную известь, но по слабости кусковъ затрудняетъ обжигъ [2]).

е) **Мергель** или рухлякъ представляетъ въ различной пропорціи смѣсь углекислой извести или магнезіи съ глиной въ видѣ однородной массы съ землистымъ изломомъ. Идетъ преимущественно на приготовленіе цементовъ и гидравлическихъ известей [3]).

Мергели обыкновенно содержатъ 20—50% глины, при количествѣ же менѣе 20% называются глинистыми известняками и болѣе 50%, — известковыми глинами. Въ техникѣ особенно важны мергели съ 21—25% глины, представляющіе готовые смѣси для обжига цементовъ (имѣются близъ Новороссійска).

[1]) Извѣстны Одесскіе, Аккерманскіе, Севастопольскіе, Азаматскіе, Бадракскіе, Чукурчинскіе, Керченскіе и др. известняки, изъ которыхъ Аккерманскій одинъ изъ лучшихъ.

[2]) Лучшія мѣсторожденія мѣла находятся у насъ въ губерніяхъ: Олонецкой, Воронежской, Симбирской, Орловской, Кіевской, Волынской, Люблинской.

[3]) Изъ другихъ известняковъ, имѣющихъ меньшее значеніе въ строительномъ дѣлѣ, можно указать на *оолитовые известняки* («окаменѣлый горохъ»), состоящіе изъ известковыхъ шариковъ, сцементированныхъ глиной или известью. Они вообще считаются ненадежнымъ строительнымъ матеріаломъ вслѣдствіе того, что шарики при измѣненіи температуры иногда отстаютъ отъ соединяющаго ихъ вещества.

Сѣрнокислые известняки.

Гипсъ, бѣлый въ чистомъ видѣ и окрашенный съ примѣсями глины и окисловъ желѣза, встрѣчается въ кристаллическомъ видѣ (марьино стекло), зернистомъ, иногда называемомъ алебастромъ, волокнистомъ и плотномъ. Будучи нѣсколько растворимъ въ водѣ, онъ часто образуетъ отложенія въ видѣ прослоекъ среди другихъ породъ, напримѣръ, известковыхъ и доломитовыхъ.

Въ строительной практикѣ гипсъ примѣняется для приготовленія искусственныхъ камней и для штукатурныхъ работъ вслѣдствіе своего свойства послѣ обжига быстро затвердѣвать съ водой (съ нѣкоторымъ увеличеніемъ въ объемѣ).

Безводный сѣрнокислый кальцій или *ангидритъ* тверже гипса, но не обладаетъ способностью послѣ обжига твердѣть, притягивая лишь медленно влагу изъ воздуха и постепенно разрушаясь [1]).

На Кавказѣ для штукатурныхъ работъ примѣняется такъ называемая *гажа*, представляющая обожженную смѣсь гипса съ глиной въ различной пропорціи.

Силикатовыя горныя породы.

Эти породы принадлежатъ къ самымъ распространеннымъ и состоятъ главнымъ образомъ изъ слѣдующихъ минераловъ.

1) **Кремнеземъ** (SiO_2), который встрѣчается въ *кристаллическомъ* видѣ (кварцъ, аметистъ, горный хрусталь), отличающемся крѣпостью, прочностью и тугоплавкостью, и въ *аморфномъ*, менѣе стойкомъ видѣ, находящемся въ вулканическихъ изверженіяхъ и панцыряхъ особыхъ низшихъ животныхъ — инфузорій [2]).

2) **Полевые шпаты**, представляющіе двойныя соединенія кремнезема, глинозема и щелочныхъ земель. По твердости и сопротивленію вывѣтриванію они уступаютъ кварцу и, разлагаясь, даютъ глину [3]).

---

[1]) Полупрозрачный гипсъ, съ удѣльнымъ вѣсомъ 2,3, называемый *селенитомъ*, употребляется подобно мрамору на изготовленіе мелкихъ изваяній. Гипсъ встрѣчается въ губ. Лифляндской, Курляндской, Псковской, Нижегородской, Казанской, Вологодской, Пермской.

[2]) Кристаллическій кремнеземъ нерастворимъ въ щелочахъ и кислотахъ, кромѣ плавиковой, имѣетъ удѣльный вѣсъ 2,5—2,8 и отличается отсутствіемъ въ зернахъ спайности. Аморфный же медленно растворяется при кипяченіи въ щелочахъ и имѣетъ удѣльный вѣсъ 2,2. При сплавленіи обоихъ видовъ кремнезема съ щелочами образуется растворимое стекло, которое подъ дѣйствіемъ кислотъ при выпариваніи даетъ аморфный кремнеземъ.

[3]) Наиболѣе подвергаются разложенію известковые полевые шпаты или *анортиты*, затѣмъ—натровые или *альбиты* и самые прочные—каліевые или *ортоклазы*.

Цвѣтъ *ортоклаза* вообще розовый, рѣже бѣлый, *олигоклаза* — слабозеленый и

3) **Роговыя обманки**, представляющія соединенія кремнезема, извести, магнезіи, желѣза, иногда съ кремнекислымъ глиноземомъ, отъ темнозеленаго до чернаго цвѣтовъ [1]).

Вслѣдствіе содержанія магнезіи онѣ вязки, трудно обрабатываются и подъ вліяніемъ атмосферныхъ дѣятелей довольно быстро разлагаются.

4) **Слюды**, состоящія изъ водныхъ двойныхъ соединеній кремнезема, глинозема и магнезіи или кали. Онѣ отличаются характернымъ листоватымъ строеніемъ, трудно вывѣтриваются, но легко расщепляясь, могутъ разрушаться при замерзаніи воды [2]).

Массивныя силикатовыя породы.

Изверженныя породы. Гранитъ. Гранитъ имѣетъ зернистое строеніе (granum-зерно) и состоитъ изъ тѣсно, почти безъ промежутковъ (всего до 1,5%) сплоченныхъ зеренъ полевого шпата (ортоклаза), кварца и листочковъ слюды [3]).

Въ зависимости отъ величины зеренъ различаютъ *крупнозернистый* и *мелкозернистый* гранитъ, что, какъ увидимъ ниже, сильно вліяетъ на крѣпость и прочность матеріала.

Вообще по крѣпости, способности къ полировкѣ и сопротивленію вывѣтриванію граниты считаются одними изъ лучшихъ строительныхъ камней. Однако, твердость и крѣпость гранита настолько затрудняютъ добываніе и обработку его, что онъ примѣняется преимущественно для устройства набережныхъ, мостовыхъ опоръ, лѣстницъ, облицовки цоколя и другихъ частей монументальныхъ сооруженій.

Гранитъ довольно распространенъ въ Россіи [4]) и встрѣчается цѣлыми массивами и въ видѣ отдѣльныхъ камней или *валуновъ* (памятникъ Петру I).

лабрадора—сѣрый и зеленый съ характерною игрою цвѣтовъ (послѣдніе два — *плагіоклазы*, представляющіе смѣсь натроваго и известковаго полевого шпата).

[1]) По формѣ кристалловъ, онѣ дѣлятся на авгиты и собственно роговыя обманки.

[2]) Калійная слюда или *мусковитъ* — безцвѣтна, магнезіальная, или *біотитъ*—зеленоваточерная и болѣе хрупка.

Близко къ слюдамъ подходитъ *талькъ*—зеленоватаго цвѣта, *хлоритъ*—темнозеленаго и *змѣевикъ* (серпантинъ)—зеленаго или желтаго, легко обрабатываемый и полируемый.

[3]) Ортоклазъ чаще розоваго, мясокраснаго, иногда сѣраго и даже бѣлаго цвѣта, отъ котораго обыкновенно зависитъ и общій цвѣтъ гранита; кварцъ—свѣтлосѣраго и рыжедымчатаго, и слюда—бѣлаго или чернаго.

Силикатъ того же состава, но съ преобладаніемъ кварца, небольшимъ количествомъ слюды, въ видѣ примѣси, и настолько мелкій и плотный, что отдѣльныя зерна не могутъ различаться простымъ глазомъ, называется *фельзитомъ*.

[4]) Онъ находится въ Финляндіи, Олонецкой, Волынской, Подольской, Бессарабской (мостовыя въ Одессѣ), Екатеринославской, Херсонской, Таврической, Полтавской, Воронежской губ. и на Уралѣ.

Въ Петербургѣ употребляются слѣдующіе сорта гранитовъ.

1) **Гангутскій**, весьма плотный, мелкозернистый краснаго и сѣраго цвѣта (устои Литейнаго моста, домъ Фаберже на Морской, фортъ Густавъ-Адольфъ въ Кронштадтѣ, хорошо сохраняющійся уже 185 лѣтъ). Темнозеленый сортъ этого гранита содержитъ роговую обманку и мало проченъ (полъ галлереи памятника Александру II въ Москвѣ, устроенный изъ этого гранита, сталъ разрушаться и долженъ былъ быть прикрытъ линолеумомъ).

2) **Сердобольскій**, сѣрый мелкозернистаго строенія (устои Николаевскаго моста, наружный цоколь Инженернаго замка и каріатиды Эрмитажа—въ полированномъ видѣ, отлично сохранившіяся до настоящаго времени).

3) **Валаамскій** (съ острова Св. Германа), мелкозернистый красноватаго цвѣта, почти безъ слюды—*аплитъ*, также хорошо сопротивляющійся вывѣтриванію (царская пристань въ Кронштадтѣ, часть быковъ Троицкаго моста).

Кромѣ этихъ сортовъ можно указать еще на довольно распространенный въ Петербургѣ красный крупнозернистый *Выборгскій* гранитъ (Александровская и колонны Исакіевскаго собора, цоколь Инженернаго замка со стороны двора, набережная Невы), который хотя и достаточно крѣпокъ, но, будучи крупнозернистымъ, нѣсколько хуже сопротивляется перемѣнамъ температуры [1]).

Сіенитъ. Этотъ силикатъ сравнительно съ гранитомъ почти не содержитъ кварца и вмѣсто слюды заключаетъ роговую обманку. При большой однородности сіениты, особенно мелкозернистые, по крѣпости часто превосходятъ граниты, при отсутствіи же кварца легче полируются, но и легче подвергаются вывѣтриванію (роговая обманка).

Встрѣчается на Уралѣ, Кавказѣ и въ Финляндіи, но рѣже гранита.

Изъ *древнихъ* сіенитовъ извѣстны Ассуанскіе въ Египтѣ, существующіе до сихъ поръ. Благодаря удобной доставкѣ по теченію Нила, изъ нихъ были сдѣланы многія сооруженія имперіи фараоновъ (сфинксы противъ Академіи художествъ, вывезенные изъ Ѳивъ).

Порфиръ. Эта порода представляетъ характерное строеніе, состоящее изъ крупныхъ включеній, чаще одного какого-нибудь минерала, вкрапленныхъ въ общую однородную массу силикатнаго характера. Различаютъ полевошпатовый, лабрадоритовый, глинистый и другіе порфиры.

[1]) Разновидность этого камня „рапакиви" (гнилой камень) содержитъ крупныя порфировидныя включенія ортоклаза съ олигоклазомъ и разсыпается часто отъ одного прикосновенія, почему употребляется только на щебень.

Особенною прочностью отличается кварцевый порфиръ. Вообще же они цѣнятся за красоту рисунка и способность хорошо полироваться [1]).

Вулканическія породы. Базальтъ. Порода состоитъ изъ зеренъ [2]), связанныхъ вулканическимъ стекломъ, что свидѣтельствуетъ объ ея происхожденіи. Базальтъ чернаго цвѣта, очень крѣпокъ, проченъ, хорошо полируется, но трудно обрабатывается и плохо связывается съ растворомъ; въ жару — трескается и даже плавится.

При добываніи базальта (находится въ Волынской губ. и около Гудаура на Кавказѣ) пользуются его столбчатою отдѣльностью, получая камни для мостовыхъ, которые, впрочемъ, довольно скоро дѣлаются скользкими.

Съ базальтомъ сходенъ *трахитъ*, менѣе прочная порода, часто пористаго сложенія, встрѣчающаяся на Кавказѣ (Алгетскій камень) и въ видѣ валуновъ въ Нижегородской губ.

Пемза. Представляетъ застывшую лаву полевошпатоваго состава, весьма легкую, пористую и волокнистаго строенія. Употребляется для сглаживанія поверхностей и устройства легкихъ частей сооруженій (куполъ бывшаго храма Св. Софіи въ Константинополѣ).

Слоистыя силикатовыя породы.

Гнейсъ. Онъ имѣетъ составъ гранита, но съ параллельнымъ расположеніемъ листочковъ слюды, сообщающимъ всей породѣ сланцеватую отдѣльность. Не уступая часто по крѣпости граниту, по

[1]) Изъ русскихъ порфировъ можно указать на черный Гохландскій (на Финскомъ заливѣ), принимающій отличную полировку, но по имѣющимся даннымъ не очень прочный.

Діоритъ состоитъ изъ олигоклаза съ лабрадоромъ и роговой обманки чернаго до зеленаго цвѣта и отличается большою вязкостью и твердостью, особенно кварцевый (съ большимъ содержаніемъ кварца). Онъ встрѣчается очень часто въ видѣ валуновъ. Въ Парижѣ пробовали мостить діоритомъ улицы, но оказалось, что онъ очень скоро отполировывается уличной ѣздой.

При замѣнѣ въ діоритѣ роговой обманки авгитомъ получается *діабазъ*, по своимъ свойствамъ и цвѣту напоминающій діоритъ.

Лабрадоръ представляетъ полевошпатовую породу плотнаго сложенія, неуступающую по свойствамъ гранитамъ, чернаго, сѣроватаго или зеленоватаго цвѣта съ характерной игрой цвѣтовъ на полированной поверхности. Встрѣчается въ Волынской и Кіевской губ. (украшенія храма Спасителя и мостовые устои на Фастовской желѣзной дорогѣ).

[2]) Составъ зеренъ—плагіоклазъ съ авгитомъ.

своей слоистости онъ легче добывается, но и легче вывѣтривается [1]).

Глинистые сланцы. Сланцевыя породы характеризуются параллельной структурой, которая позволяетъ раскалывать ихъ на тонкія пластинки. Къ сланцамъ относятся, собственно, роговообманковые, хлоритовые и тальковые, не имѣющіе большого значенія въ строительномъ дѣлѣ.

Болѣе важными являются *глинистые сланцы*, представляющіе уплотненную глину, вслѣдствіе чего и относимые очень часто къ обломочнымъ горнымъ породамъ. Хорошо сопротивляясь размывающему дѣйствію воды, они находятъ примѣненіе для крышъ—сѣрый *кровельный сланецъ* и для грифельныхъ досокъ и облицевки писсуаровъ—черный *аспидный сланецъ*.

Обломочныя силикатовыя породы (песчаники).

Полевошпатовыя горныя породы, разрушаясь съ теченіемъ времени, распадаются на составныя свои части, выдѣляя зерна кварца въ формѣ песчинокъ, полевой шпатъ въ видѣ глины и слюду въ обломкахъ, какъ примѣсь къ тому и другому.

Не только песчинки, но и куски не вполнѣ разложившейся горной породы могутъ соединяться между собой различными находящимися между ними веществами, образуя новую породу обломочнаго происхожденія, называемую песчаниками [2]).

Естественно, что лучшими песчаниками будутъ такіе, которые сцементированы болѣе надежнымъ веществомъ, а именно тѣмъ же кремнеземомъ, и которые отличаются плотностью и однородностью состава и строенія.

По составу связующаго вещества различаютъ слѣдующіе песчаники.

1) **Кремнистые**, сцементированные кремнеземомъ.

Отъ этихъ песчаниковъ, обыкновенно, отличаютъ весьма прочные и твердые *кварциты*, состоящіе изъ зеренъ кварца, весьма тѣсно сплоченныхъ въ однородную массу, относя ихъ къ массивнымъ силикатовымъ породамъ, однако, правильнѣе причислять ихъ къ песчаникамъ болѣе плотнаго сложенія.

Къ кремнистымъ песчаникамъ принадлежатъ:

---

[1]) Сѣрый финляндскій мелкозернистый гнейсъ по виду очень сходенъ съ Сердобольскимъ гранитомъ, вмѣсто котораго иногда и употребляются на строительныхъ работахъ.

[2]) Къ цементированнымъ породамъ относятся также *конгломераты* и *брекчіи*, отличающіеся большими размѣрами и формой обломковъ породъ, при чемъ первые состоятъ изъ округленныхъ, а вторыя изъ остроугольныхъ частей.

Шокшинскій камень (въ Олонецкой губ.) темновишневаго цвѣта, мелкозернистый, очень твердый, прочный, хорошо полирующійся, но трудно обрабатываемый. Изъ него сдѣлана гробница Наполеона I въ Парижѣ (цѣльный камень), пьедесталъ памятника Николая I, фризъ Исаакіевскаго собора.

Нужно имѣть, впрочемъ, въ виду, что этотъ камень, повидимому, имѣетъ некрупную отдѣльность, такъ какъ при обработкѣ часто даетъ трещины [1]).

Брусненскій песчаникъ (на Ладожскомъ озерѣ), менѣе однородный, блѣднозеленаго цвѣта и легко отдѣляющійся пластами, почему и употребляется на плиты и ступени (лѣстницы Казанскаго собора).

Извѣстны также кремнистые *московскіе* песчаники (татаровскій, котельниковскій), идущіе на постройки, жернова и точила [2]).

2) **Известковые:** Радомскій свѣтлосѣраго цвѣта (зданіе Пассажа въ Петербургѣ).

3) **Глинистые:** Кирновскій сѣраго цвѣта, добываемый близъ Ревеля (облицовка дома на Литейной, противъ Симеоновской).

4) **Желѣзистые:** красный песчаникъ, сцементированный богатымъ кремнеземомъ глинистымъ веществомъ, съ слюдой и закисью желѣза (изъ Майнскаго песчаника сдѣлана рѣшетка сада Зимняго дворца). Кромки этого камня очень легко выкрашиваются, а красивый красный цвѣтъ легко переходитъ въ послѣдствіи въ бурый съ потеками.

При употребленіи въ постройку многихъ песчаниковъ слѣдуетъ выдерживать ихъ не менѣе года на открытомъ воздухѣ, чтобы освободить отъ такъ называемой влаги каменоломень.

Къ **рыхлымъ обломочнымъ породамъ** принадлежитъ *песокъ*, *гравій*, *лёсъ*, *глина* (въ чистомъ видѣ *каолинъ*—водный кремневый глиноземъ) и отчасти *инфузорная земля* или кизельгуръ, весьма тонкій порошокъ, состоящій изъ остатковъ низшихъ животныхъ (кремнеземъ въ аморфномъ видѣ).

Глина и *песокъ* находятъ примѣненіе въ видѣ растворовъ и глиняныхъ издѣлій; *инфузорная земля* употребляется для устройства смазки и всякаго рода изолировокъ.

Добываніе камней.

Исключая валуновъ и открыто расположенныхъ горныхъ породъ, обыкновенно, чтобы „добыть" камень, приходится снять

---

[1]) Изъ 40 массивовъ, доставленныхъ для постройки памятника Николая I, 20 оказались съ трещинами.

[2]) Они встрѣчаются также въ губ.: Калужской, Курской, Воронежской, Харьковской, Симбирской, Саратовской.

вывѣтрившіяся части или слои другихъ матеріаловъ, преграждающихъ доступъ къ нему.

При этомъ, кромѣ того случая, когда извѣстный камень нужно получить, независимо отъ стоимости, напримѣръ, для какого-нибудь цѣннаго сооруженія, нормально помимо пригодности его приходится считаться какъ со стоимостью *разработки*, такъ и со стоимостью *доставки*. Вотъ почему чаще примѣняютъ *мѣстныя* породы и преимущественно тѣ изъ нихъ, которыя могутъ быть доставлены воднымъ, какъ болѣе дешевымъ, путемъ.

Въ экономическомъ отношеніи можетъ имѣть также значеніе *количество* или объемъ годной горной породы для того, чтобы могли окупиться издержки первоначальнаго оборудованія ломокъ.

Въ случаѣ залеганія породы въ видѣ *пласта*, объемъ и положеніе ея опредѣляется *мощностью* или толщиной слоя, *простираніемъ* его, выражаемымъ линіей пересѣченія съ горизонтальною плоскостью и *паденіемъ* или наклономъ его къ горизонту. При расположеніи же породы другимъ какимъ-либо неправильнымъ образомъ приходится обращаться къ нивеллировкѣ наиболѣе характерныхъ точекъ на верхней и нижней поверхности ея.

Для *опредѣленія положенія пласта* стараются воспользоваться его *обнаженіями* по обрывамъ рѣкъ и овраговъ, въ противномъ случаѣ прибѣгаютъ къ *шурфованію* или *буренію*. Сдвиги, складки и несогласное напластованіе сильно затрудняютъ опредѣленіе положенія породы.

Шурфованіе состоитъ въ отрывкѣ колодцевъ такого сѣченія, чтобы только можно было работать въ нихъ (размѣрами въ 1—1½ арш.). Преимущества этого способа заключается въ томъ, что уже одинъ колодецъ даетъ понятіе о направленіи напластованій, и порода получается въ естественномъ, а не измельченномъ видѣ, какъ при буреніи, однако онъ стоитъ нѣсколько дороже и возможенъ только при незначительной глубинѣ залеганія.

Буреніе можетъ производиться, напримѣръ, буромъ Войслава (10—30 саж.) на большую глубину, но не менѣе, какъ въ трехъ точкахъ.

Приступая къ добыванію камня, удаляютъ прежде всего прикрывающій его слой земли и верхнюю, обыкновенно болѣе слабую часть его, при чемъ, если глубина залеганія допускаетъ, стараются для удобства работы идти *открытой выемкой*, отбрасывая полученную землю назадъ, чтобы не оставлять углубленій. При этомъ для отвода воды, если уклонъ позволяетъ, заблаговременно

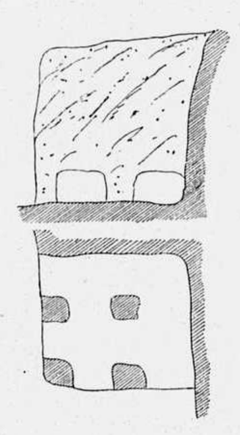
оставляютъ на пройденной поверхности канавки, прикрывая ихъ осколками камня, въ противномъ случаѣ прибѣгаютъ къ болѣе дорогому искусственному водоотливу.

Выломку камня полезно вести *уступами* по этажамъ, чтобы можно было получать матеріалъ изъ различныхъ слоевъ и помѣстить сразу большее количество рабочихъ.

При значительной глубинѣ залеганія строительной породы можетъ оказаться болѣе выгодной *подземная добыча* камня съ опусканіемъ вертикальныхъ колодцевъ или „шахтъ" и расположеніемъ сѣти галлерей или „штоленъ" и „штрековъ" подобно тому, какъ это дѣлается при добываніи каменнаго угля (ломки известняка близъ Одессы).

Способы отдѣленія камня могутъ быть различными въ зависимости отъ свойствъ камня и того вида, въ которомъ его желаютъ имѣть. Для полученія рванаго камня *неправильной* формы пользуются:

1) **минами**, закладываемыми въ одномъ или нѣсколькихъ мѣстахъ породы, преимущественно съ обрыва, при чемъ при большихъ зарядахъ получается болѣе мелкій, разбросанный камень, а при меньшихъ—большія глыбы, лишь отваливающіяся отъ коренной породы.



Фиг. 1.

2) **столбами**, для чего у подошвы обрыва (**фиг. 1**) вынимаютъ породу на нѣкоторую высоту съ такимъ разсчетомъ, чтобы оставшіеся „столбы" могли только поддержать вышележащій массивъ; потомъ эти столбы взрываются, и отдѣленная часть породы обрушивается. Иногда ослабляютъ массивъ и сбоку.

Полученіе *бутовой плиты* облегчается тѣмъ, что вслѣдствіе употребленія для фундаментовъ, этотъ матеріалъ допускаетъ выломку грубыми ударами обыкновенныхъ ломовъ. Рабочій съ размаху загоняетъ *ломъ* въ прослоекъ и выворачиваетъ кусокъ камня, отрывая его вмѣстѣ съ тѣмъ отъ пласта. Если это не удается, то въ получившееся отверстіе вставляютъ *вагу*—большой ломъ около 3 арш. длиной и 2 верш. толщиной, подъ конецъ котораго подкладываютъ упоръ, и раскачиваютъ, пока ни отдѣлится кусокъ плиты.

Для выломки болѣе крѣпкихъ сортовъ плиты, напримѣръ, Путиловской, сначала очерчиваютъ фигуру камня и пробиваютъ

по этой чертѣ дорожку на всю толщину особымъ *врубовымъ ломомъ* или *кайлой* (**фиг. 2**), послѣ чего поднимаютъ камень ломомъ.

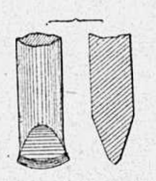
Для отдѣленія камней опредѣленной *правильной формы* стараются пользоваться *естественными трещинами* или *отдѣльностями*, если же таковыхъ въ требуемомъ направленіи не имѣется, то искусственно ослабляютъ породу *бороздами* и *скважинами*, располагая ихъ такимъ образомъ, чтобы камень могъ отколоться въ намѣченномъ лишь направленіи.

Фиг. 2. Фиг. 3.

Для **пробивки бороздъ** въ крѣпкихъ породахъ и при болѣе точной работѣ вмѣсто врубоваго лома и кайлы, которой (при вѣсѣ ея около 10 фун.) дѣйствуютъ обѣими руками, часто пользуются *киркой* (**фиг. 3**). Приставляя остріе ея къ намѣченному мѣсту, ударяютъ по обуху молоткомъ. Обыкновенно борозды пробиваются 1 дм. шириной и 2 дм. глубиной.

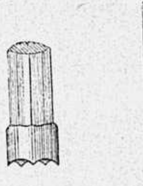
Скважины или *шпуры*, представляющіе длинныя цилиндрическія отверстія, высверливаются въ породѣ ручными и машинными *бурами*. По способу дѣйствія буры раздѣляются на *ударные* и *вращающіеся*.

Ударные буры представляютъ желѣзныя штанги около 1 дм. діаметромъ съ стальнымъ наконечникомъ, который во избѣжаніе засѣданія инструмента въ скважинѣ дѣлается шире на $^1/_4$—$^1/_3$ діаметра стержня и тѣмъ шире, чѣмъ мягче порода. Форма острія при не очень твердыхъ камняхъ получаетъ видъ прямого долота, а при болѣе твердыхъ — выпуклаго (**фиг. 4**), съ угломъ заостренія лезвея тѣмъ большимъ, чѣмъ тверже порода. Для очень твердыхъ камней употребляется *коронный* (**фиг. 5**) и *вѣнечный* буры (**фиг. 6**).



Фиг. 4.

Работа ведется такъ. Бурильщикъ, наставивши буръ лѣвой рукой въ надлежащемъ положеніи, правой ударяетъ его молотомъ (около 10 фун. вѣсомъ), поворачивая послѣ каждаго удара на небольшой уголъ, чтобы отколоть новую часть камня подъ концемъ его. Образующаяся мелочь



Фиг. 5. Фиг. 6.

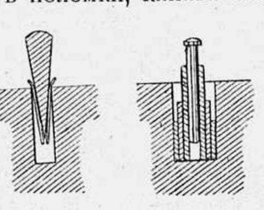
по временамъ вынимается особой ложкой (**фиг. 7**). Для того, чтобы сталь наконечника не разогрѣвалась, въ скважину подливается вода. Обыкновенно начинаютъ съ болѣе короткаго бура, переходя по мѣрѣ углубленія къ болѣе длиннымъ.

При глубокихъ скважинахъ и твердой горной породѣ въ работѣ учавствуютъ нѣсколько человѣкъ, при чемъ одинъ держитъ и вращаетъ буръ, а остальные поочередно ударяютъ его тяжелыми молотами (15—25 фун.).

Въ мягкомъ камнѣ можно работать такъ называемымъ *ударнымъ буромъ*, длиною до $4^1/_2$ арш. и 50 фун. вѣсомъ, дѣйствующимъ своею тяжестью [1]).

Фиг. 7.

Вращающіеся машинные буры дѣлаются полыми со стальными (**фиг. 8**) или алмазными (**фиг. 9**) зубьями и приводятся въ движеніе сжатой водой или электричествомъ. Они требуютъ уже болѣе сложнаго и дорогого оборудованія и потому примѣняются только на большихъ работахъ, напримѣръ, при прорытіи тоннелей [2]).



Фиг. 8. Фиг. 9.

Самое *отдѣленіе камня* производится раскалываніемъ его въ направленіи трещинъ, бороздъ и скважинъ, какъ болѣе слабыхъ мѣстъ, для чего служатъ:

1) **Клинья**, постепенно загоняемые молотами. Они бываютъ плоскіе, пирамидальные, изъ желѣза и дерева. Для болѣе равномѣрной передачи давленія и сохраненія кромокъ отъ поломки, клинья направляются при посредствѣ желѣзныхъ, широкихъ подкладокъ (**фиг. 10**) или нѣсколькихъ цилиндровъ, вгоняемыхъ одинъ въ другой (**фиг. 11**) и передающихъ давленіе на болѣе глубокія части скважины или борозды (шведскій способъ).

Иногда въ борозду сначала вставляютъ ивовый обрубокъ, въ который и вбивается клинъ.

Фиг. 10. Фиг. 11.

---

[1]) Для мягкихъ породъ оказывается болѣе выгоднымъ одноручное буреніе; для твердыхъ—двухручное, а также коронным и вѣнечнымъ буромъ.

[2]) Въ Америкѣ полыя сверла иногда дѣлаются очень большими для непосредственнаго вырѣзанія изъ камня барабановъ колоннъ.

2) **Заряды** взрывчатаго вещества, воспламеняемые *одновременно*. При этомъ порохъ оказывается предпочтительнѣе такихъ дробящихъ составовъ, какъ пироксилинъ, динамитъ и др., которые могутъ вызывать появленіе волосныхъ трещинъ, весьма опасныхъ для дальнѣйшаго существованія камня. Аналогично дѣйствуетъ разбуханіе дерева, замерзаніе воды, гашеніе извести и т. п.

Глубина и разстояніе между скважинами зависитъ отъ крѣпости породы и направленія откола по отношенію къ отдѣльности, однако для болѣе цѣннаго и хрупкаго матеріала чаще пропускаютъ ихъ чрезъ всю толщину [1]).

Выступающія части камней, если онѣ не очень велики, сбиваются тутъ же на мѣстѣ выломки желѣзными *кувалдами*.

Сланцевыя породы раскалываются на пластинки вдоль слоевъ при посредствѣ широкихъ и очень острыхъ клиньевъ.

Распиловка камня примѣняется для полученія досокъ и отдѣленія болѣе цѣннаго матеріала, преимущественно мелкозернистаго, однороднаго и не очень большой твердости. Пилы употребляются:

1) **Зубчатыя** съ вставными стальными и алмазными зубьями (для породъ тверже стали) или *обыкновенныя*, идущія для распиловки мягкихъ породъ, напримѣръ, свѣжевыломанныхъ песчаниковъ. Эти пилы бываютъ прямыя и круглыя или вращающіяся.

2) **Гладкія** съ лезвеемъ изъ мягкаго желѣза или мѣди, которыя дѣйствуютъ на камень при посредствѣ смачиваемаго водой кварцеваго песка или наждака различной крупности, смотря по твердости породы (для болѣе твердыхъ—болѣе мелкаго). Лезвее дѣлается прямымъ или безконечнымъ (ленточныя и проволочныя пилы). Обыкновенно нѣсколько прямыхъ пилъ соединяются въ общую раму.

При большихъ работахъ выгоднѣе приводить пилы въ движеніе при посредствѣ механическихъ двигателей (въ широкомъ масштабѣ было примѣнено при внутренней облицовкѣ мраморомъ новаго этнографическаго музея въ Петербургѣ [2]).

---

[1]) Для такихъ крѣпкихъ породъ, какъ граниты, при расположеніи по отдѣльности или параллельно ей, глубина скважины считается достаточной около 1/6 толщины камня, съ разстояніемъ около 4—5 верш., и поперекъ отдѣльности—до 1/3 и даже до полной толщины. Для мраморовъ и другихъ хрупкихъ матеріаловъ скважины пропускаются чаще чрезъ всю толщину камня въ разстояніи $1^{1}/_{2}$—2 верш.

[2]) *Успѣхъ распиловки* зависитъ отъ устройства пилы, способа приведенія въ дѣйствіе и твердости породы. Такъ, напримѣръ, для распиловки кв. метра камня средней твердости обыкновенной пилой отъ руки требуется 18 часовъ, а машиннымъ способомъ гладкой пилой съ пескомъ — 6, съ чугунной дробью — 3, круглой пилой со стальными зубьями — 3 и съ алмазными — 0,5. Тотъ же кв. метръ двое рабочихъ пропиливаютъ въ ручную при мягкомъ мраморѣ въ 21 часъ, гранитѣ—въ 200 и порфирѣ—въ 450.

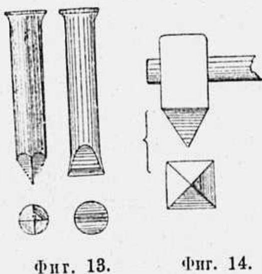
Приготовленіе щебня. Щебень обыкновенно имѣетъ размѣръ 1—3 дм. и заготовляется „въ ручную“ ударами особаго молота или машиннымъ способомъ въ *дробилкахъ*. Дробилки бываютъ различныхъ системъ, но по существу состоящихъ въ слѣдующемъ. Камень сверху попадаетъ (схем. **фиг. 12**) между двухъ насталенныхъ щекъ А и В, сжимаемыхъ механически черезъ извѣстный промежутокъ времени нижними своими частями при посредствѣ колѣнчатаго приспособленія С и оттягиваемыхъ обратно штангой D.

Фиг. 12.

Обработка камней.

Уже при отдѣленіи камня отъ горной породы для уменьшенія дальнѣйшей работы ему придается приблизительно (съ нѣкоторымъ запасомъ) тотъ видъ, который онъ долженъ имѣть въ постройкѣ. Послѣдующая обработка состоитъ прежде всего въ полученіи правильной формы, но съ невполнѣ еще гладкими поверхностями, для чего служитъ околка.

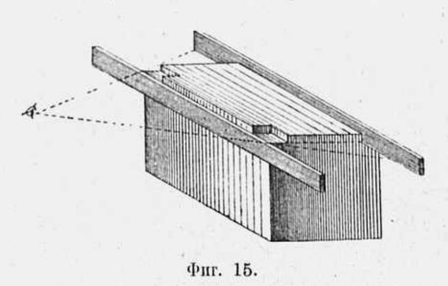
Околка производится *остроконечнымъ долотомъ* или *шпунтовикомъ* (**фиг. 13**), представляющимъ желѣзный стержень съ плоскимъ или пирамидальнымъ окончаніемъ, и *тесовикомъ* (**фиг. 14**)—нетяжелымъ молотомъ съ четырехграннымъ заостреніемъ (около 6 фунт. вѣсомъ). Шпунтовикъ рабочій держитъ подъ нѣкоторымъ угломъ къ поверхности и ударяетъ желѣзнымъ молоткомъ. Чаще предпочитаютъ работать шпунтовикомъ, какъ болѣе послушнымъ и точнымъ инструментомъ, но небольшія возвышенія снимаютъ ударами тесовика.



Фиг. 13. Фиг. 14.

Для полученія *плоской грани*, на камнѣ выбираютъ шпунтовикомъ дорожку или „заправку“ съ такимъ разсчетомъ, чтобы поменьше затратить матеріала и работы. То же самое повторяютъ и съ другой стороны, сначала только обозначая дорожку по угламъ. Для того, чтобы обѣ дорожки лежали въ одной плоскости

(**фиг. 15**) на одну изъ нихъ ставятъ, а къ другой прикладываютъ небольшую деревянную линейку и смотрятъ, чтобы нижній край первой совпадалъ съ верхнимъ краемъ второй. Затѣмъ въ нѣсколькихъ мѣстахъ проводятъ поперечныя дорожки и снимаютъ промежутки между ними уже гораздо смѣлѣе. При узкомъ, небольшомъ камнѣ ограничиваются только продольными заправками. Во избѣжаніе откалыванія реберъ удары направляются отъ наружи къ серединѣ грани.



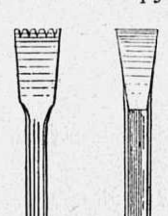
Фиг. 15.

Также получаютъ и сосѣднія грани камня, проводя подъ требуемымъ угломъ сначала крайнія поперечныя дорожки, а потомъ и продольныя.

Для околки *многогранника* и *цилиндра* иногда примѣняютъ указанный способъ послѣдовательнаго полученія граней, однако при большомъ числѣ послѣднихъ происходитъ накопленіе ошибокъ, вслѣдствіе чего предпочитаютъ получить сначала параллелопипедъ, потомъ, срѣзая соотвѣтственно углы, восьмигранникъ и т. д.

Сложной формы камни окалываются по шаблонамъ, раздѣляя грани на болѣе мелкія части. Иногда, въ особенности для нижнихъ частей фасада зданія, лицевую поверхность камня оставляютъ въ естественномъ видѣ грубоколотою, стараясь не дѣлать на ней никакихъ поправокъ, чтобы не испортить вида камня.

Отеска грубо подготовленныхъ поверхностей производится только при не очень значительной твердости, мелкозернистости и при однородности камня, напримѣръ, мрамора. Для этого пользуются плоскимъ долотомъ съ зазубреннымъ краемъ, называемымъ *троянкой* (**фиг. 16**), и съ гладкимъ или *скарпелью* (**фиг. 17**).

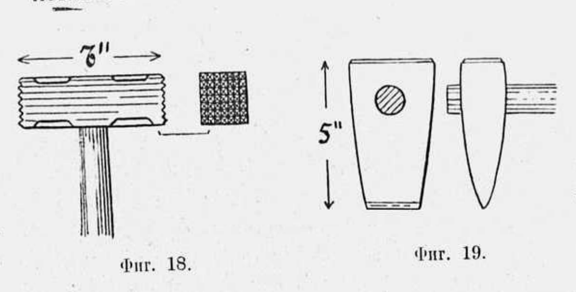


Фиг. 16. Фиг. 17.

Работа ведется такъ же, какъ и съ шпунтовикомъ, при чемъ сначала дѣйствуютъ троянкой, а потомъ начисто скарпелью, послѣ которой поверхность получаетъ строганный видъ.

Граниты и аналогичные сорта камней вслѣдствіе своей твердости и неоднородности послѣ околки подвергаются не тескѣ, а для большей успѣшности ковкѣ съ предварительнымъ „*наминаніемъ*", которое заключается въ снятіи оставшихся выступовъ и бугровъ ударами *тесовика* и *молота съ насѣчкой* (**фиг. 18**) дробящихъ породу на требуемую глубину.

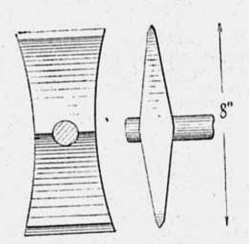
Ковка состоитъ въ насѣканіи на поверхности камня ряда бороздокъ посредствомъ *кіуры* (**фиг. 19**), которая представляетъ плоскій молотокъ (2—5 фн.), насаженный обыкновенно поперекъ рукоятки.



Фиг. 18. Фиг. 19.

Для менѣе чистой работы, преимущественно грубыхъ известняковъ, примѣняютъ широкую и тяжелую (**фиг. 20**) *двустороннюю кіуру* [1]).

Этимъ инструментомъ работаютъ обыкновенно подъ нѣкоторымъ угломъ къ поверхности для того, чтобы бороздки получились пошире.



Фиг. 20.

Ковка по тщательности работы раздѣляется на *чистую*, *получистую* и *грубую*, на неточной классификаціи которой обыкновенно и выгадываютъ поставщики тесаннаго матеріала. Чѣмъ чище ковка, тѣмъ мельче и ровнѣе должны быть бороздки, но тѣмъ дороже стоитъ работа. Можно сразу начинать съ чистой ковки, но чаще ведутъ работу постепенно отъ болѣе грубой къ болѣе чистой. Иногда первый разъ идутъ въ одномъ направленіи, второй разъ въ поперечномъ, при чемъ бороздки почти исчезаютъ. Для большей успѣшности въ работѣ и полученія болѣе правильной ковки пользуются *штампами*, особыми молотами, вродѣ изображеннаго на **фиг. 18**, съ насѣчкой въ нѣсколько рядовъ, смотря по чистотѣ ковки. Чѣмъ чище ковка, тѣмъ удары инструментомъ должны быть легче и осторожнѣе.

Ступени обыкновенно наковываются поперекъ для удобства въ работѣ. Небольшіе штучные камни обрабатываются начисто до подливки на мѣсто; большіе заранѣе проковываются лишь съ нижней постели, остальныя же части куются послѣ приправки на

---

[1]) Неправильно называется рабочими киркой, которая всегда бываетъ пирамидальной.

мѣсто, такъ такъ очень трудно подогнать одинъ камень къ другому совершенно точно. Верхняя постель иногда приводится въ чистый видъ уже послѣ подливки камня, а лицо и послѣ окончанія сооруженія для того, чтобы не было случайно выступающихъ частей и окончательный видъ постройки получился чище и наряднѣе.

Вообще при всѣхъ видахъ обработки камня *силу удара слѣдуетъ соразмѣрять съ крѣпостью породы и толщиной снимаемой части*, иначе отколы могутъ получиться слишкомъ глубокими, почему придется снова снимать мѣста, оказавшіяся выступающими, или подгонять одни части къ другимъ, получая ихъ волнообразными. Легко можетъ образоваться также изъянъ въ видѣ „пятенъ“ и „бѣли“. Особенно должна быть осторожна обработка мягкихъ и хрупкихъ камней, чтобы не получить *незамѣтныхъ для глаза волостныхъ трещинъ*, весьма вредныхъ для дальнѣйшаго существованія камня.

При перевозкѣ и укладкѣ камней выступающія части ихъ и кромки прикрываются досками для защиты отъ случайнаго повреждения. Для предохраненія же поверхностей камня отъ загрязненія строительнымъ растворомъ въ постройкѣ онѣ покрываются жидкой глиной, легко потомъ смываемой.

Камнетесныя машины примѣняются только на большихъ постройкахъ и преимущественно для выдѣлки орнаментовъ, обломовъ, каннелюръ и другихъ фигурныхъ частей, въ видѣ особыхъ фрезеровъ съ вращающимися дисками изъ твердаго матеріала или вдуванія песку подъ сильнымъ давленіемъ (въ Гангѣ). Отдѣлка поверхности рѣже производится машиннымъ способомъ, такъ какъ камень обыкновенно бываетъ невполнѣ однороднымъ и лучше чувствуется подъ рукой камнетеса [1]).

Для приданія гладкаго и блестящаго вида производится шлифовка и полировка.

Шлифовка заключается въ окончательномъ сглаживаніи всѣхъ неровностей поверхности при посредствѣ болѣе твердаго матеріала, чѣмъ шлифуемый камень. Для этого служатъ куски *песчаника, карборунда*, зерна *гранулированной стали, наждакъ* и *пемза* [2]).

[1]) Камнетесные инструменты ради дешевизны дѣлаются изъ желѣза съ наваркой стали на наконечникахъ и закалкой ея въ зависимости отъ твердости породы, доходя до соломенно-желтаго цвѣта (наибольшая твердость). При обработкѣ мягкихъ камней стержень долота не закаливается. Уголъ заостренія лезвея колеблется отъ 10 до 45°.

[2]) Наждакъ представляетъ глиноземъ твердости корунда и окрашенъ окисью желѣза въ бурый цвѣтъ. Иногда для шлифовки употребляется и корундъ, который по составу представляетъ чистый глиноземъ, а по твердости приближается къ лучшимъ сортамъ наждака. Карборундъ есть соединеніе кремнія съ углеродомъ (CSi), получаемое искусственно.

Работаютъ обыкновенно съ водой для уничтоженія пыли и болѣе равномѣрнаго распредѣленія шлифующаго порошка. Для ускоренія начинаютъ съ гранулированной стали, надавливаемой на камень при посредствѣ брусковъ (дисковъ) изъ чугуна или желѣза, потомъ шлифуютъ пескомъ, карборундомъ или наждакомъ, переходя постепенно къ болѣе мелкимъ сортамъ. Подъ конецъ поверхность „лощатъ“ тѣмъ же матеріаломъ, но при помощи болѣе гладкаго, бывшаго въ употребленіи бруска.

При переходѣ отъ одного сорта порошка къ другому освобождаютъ камень отъ пристающей „муки“, которая затрудняетъ работу. Шлифовка кривыхъ поверхностей производится соотвѣтственной формы брусками. Примѣненіе машинъ для шлифовки можетъ быть весьма полезнымъ [1]).

Полировка заключается въ приданіи камню блестящаго зеркальнаго вида. Выгладивъ поверхность тѣмъ же матеріаломъ, что и при шлифовкѣ, т. е. болѣе твердымъ, чѣмъ камень, но болѣе мелкаго зерна, напримѣръ, *отмученнымъ наждакомъ* и *трепеломъ* (мельчайшіе кремнистые панцыри низшихъ организмовъ), переходятъ къ мягкимъ порошкамъ, натираемымъ насухо войлокомъ, кожей или фланелью. Послѣдніе *медленно стираютъ породу, не царапая ее*. Гранитъ окончательно затираютъ прокаленной и отмученной *мумiей*, мраморъ — *окисью цинка*, италіанскимъ порошкомъ (олово, растворенное въ царской водкѣ) и т. п.

Полировка получается тѣмъ лучше, чѣмъ однороднѣе, мелкозернистѣе и плотнѣе камень, что объясняется большею легкостью полученія такой поверхности безъ углубленій и изъяна. Очень твердыя породы, напримѣръ, силикатовыя, даютъ глянецъ съ большимъ трудомъ, но зато и болѣе прочный, чѣмъ глянецъ мягкихъ камней.

Строительныя свойства естественныхъ камней.

Входя въ составныя части различныхъ сооруженій, строительные камни въ своихъ свойствахъ должны отвѣчать тѣмъ условіямъ, въ которыхъ эти части находятся. Такъ, отъ наружныхъ облицевочныхъ матеріаловъ главнымъ образомъ требуется значительная *прочность*, т. е. сопротивленіе различнымъ атмосферическимъ условіямъ, и въ нѣкоторыхъ случаяхъ приличный или

[1]) Случайныя раковины и трещины задѣлываются, если цвѣтъ позволяетъ, расплавленнымъ шеллакомъ, особыми мастикамм или бѣлымъ цементомъ. При задѣлкѣ трещинъ Александровской колонны пользовались цементнымъ растворомъ 1 : 2 съ прибавкой сурика.

красивый видъ; отъ колоннъ, поддерживающихъ внутреннія части— *крѣпость* и весьма часто *огнестойкость*; отъ стѣнъ и половъ—плохая *теплопроводность* и *звукопроводность*, а отъ половъ и слабая *истираемость*.

Иногда одно свойство камня, напримѣръ, плохая теплопроводность, связанная съ большою пористостью, оказывается въ противорѣчіи съ крѣпостью и прочностью его. Вообще же во всѣхъ случаяхъ желательна *дешевизна* матеріала и *легкость обработки* его.

Крѣпость строительной породы или сопротивленіе внѣшнимъ механическимъ усиліямъ, если она состоитъ изъ плотнаго, некристаллическаго вещества, зависитъ отъ состава этого вещества, при зернистомъ же строеніи — отъ крѣпости и величины зеренъ и силы сцѣпленія между ними. Изъ различныхъ *минераловъ* наибольшею крѣпостью отличается кварцъ, затѣмъ полевые шпаты и наконецъ известь. Поэтому граниты и особенно кварциты отличаются наибольшею крѣпостью. Мелкозернистость и однородность имѣютъ настолько замѣтное вліяніе на силу сцѣпленія частицъ (большая поверхность соприкосновенія), что мелкозернистые мраморы оказываются гораздо крѣпче многихъ крупнозернистыхъ гранитовъ. И даже при небольшой разницѣ въ величинѣ зеренъ, напримѣръ, какъ у сердобольскаго гранита крупнаго и средняго зерна, сопротивленіе на раздавливаніе получается почти вдвое больше у второго [1]).

При прочихъ равныхъ условіяхъ, въ особенности же для одного и того же вещества, съ уменьшеніемъ пористости и увеличеніемъ плотности крѣпость вообще возрастаетъ. Для *слоистыхъ* же породъ, естественно, получается меньшая крѣпость вдоль слоевъ и большая поперекъ.

Всѣ эти соображенія могутъ быть только предварительными, рѣшающимъ же будетъ дѣйствительное испытаніе взятыхъ изъ породы наиболѣе характерныхъ образчиковъ. Испытаніе обыкновенно производятъ только на *раздробленіе*, такъ какъ при сильной хрупкости на остальныя напряженія камень работаетъ плохо.

Для этого изъ породы выпиливаютъ (не вытесываютъ, чтобы ударами не причинить мелкихъ, незамѣтныхъ трещинъ) *кубики* въ 10 см. въ сторонѣ для мягкихъ породъ и въ 5—для твердыхъ съ возможно правильными постелями и подвергаютъ ихъ постепенному давленію какимъ-нибудь прессомъ, напр. Амслера. Для примѣра приводимъ величины давленія на раздробленіе въ килогр. на кв. сантим., полученныя лабораторіей Инст. Инж. Пут. Сообщеній.

---

1) Естественно, что малое количество такой слабой составной части, какъ слюда, почти не вліяетъ на свойства, напримѣръ, очень крѣпкаго фельзитоваго порфира. Большее количество слюды, но распредѣленное листочками равномѣрно между зернами кварца и полевого шпата въ мелкозернистомъ гранитѣ, также мало вліяетъ на крѣпость, скопленіе же ея въ крупнозернистыхъ сортахъ сильно понижаетъ послѣднюю.

Для *гранитовъ* крупнаго и средняго зерна: Выборгскаго—580. Сердобольскаго—718 и Воронежскаго—935. Мелкаго зерна: Гангутскаго—1406 и Бугскаго—1328 и 2078. Волынскаго *базальта*—2851.

Кварцитовъ: Котельническаго—1690 и Амвросіевскаго—1988.

Песчаниковъ: Котельническаго—551.

Мраморовидныхъ известняковъ: Протопоповскаго—242 и Подольскаго—471.

Плотныхъ известняковъ: Мячковскаго—187 и Гатчинскаго—299.

Раковистыхъ известняковъ: Одесскихъ отъ—76 до 241 и Севастопольскихъ отъ—81 до 1217.

И въ *среднемъ*:

1) Для 43 *известковыхъ* горныхъ породъ—424.

2) Для 8 породъ *песчаниковъ*—939.

3) Для 12 *силикатовыхъ* породъ—1279.

Наибольшее сопротивленіе изъ извѣстныхъ камней далъ *нефритъ* (до 7900 кил.).

Интересно и сопоставленіе слѣдующихъ цифръ. Насыщенные водой известняки даютъ уменьшеніе сопротивленія на раздробленіе въ 6,5; 7,6; 12 и 39% и песчаники въ 17 и 35%. Образцы изъ одного и того же куска Амвросіевскаго песчаника даютъ разницу въ сопротивленіи въ 28% и для Царево-Курганскаго известняка уменьшеніе на 40% для верхнихъ слоевъ относительно нижнихъ.

Разница въ сопротивленіи вдоль слоевъ и поперекъ ихъ была изслѣдована въ Америкѣ и для песчаниковъ, которые обыкновенно обладаютъ слоистостью, доходила до 58% превышенія второго надъ первымъ.

Грузъ, при которомъ матеріалъ начинаетъ раздробляться, отнесенный къ единицѣ поперечнаго его сѣченія, называютъ *разрушающимъ напряженіемъ* (также „временнымъ сопротивленіемъ“ [1]).

Въ дѣйствительности, для обезпеченія цѣльности сооруженія приходится считаться съ упругостью матеріала, вліяніемъ сотрясеній и ритмическаго дѣйствія подвижной нагрузки, разсчитывая лишь на небольшую долю (не болѣе $^1/_4$) этой величины, называемую *допускаемымъ напряженіемъ* (прежде „прочнымъ сопротивленіемъ“).

И если для такихъ однородныхъ и упругихъ матеріаловъ, какъ желѣзо и сталь, допускаемое напряженіе принимаютъ лишь въ $^1/_5$—$^1/_6$ разрушающаго, то для камней, вообще весьма хрупкихъ, малооднородныхъ и могущихъ заключать въ себѣ раковины, пустоты и незамѣтныя волосныя трещины, *запасъ крѣпости* слѣдуетъ доводить до $^1/_{20}$. Пониженіе до $^1/_{10}$ можно допускать только для особенно благопріятныхъ случаевъ хорошаго и испытаннаго камня и совершенно спокойной, не мѣняющейся нагрузки. Для частей же, подверженныхъ *сотрясеніямъ*, и такихъ отвѣтственныхъ, какъ колонны, несущія на себѣ цѣлые участки сооруженій, этотъ запасъ слѣдуетъ повышать до $^1/_{40}$, обращая вниманіе и на выборъ самого матеріала. Примѣромъ дѣйствительныхъ нагрузокъ могутъ служить слѣдуюшія, допускаемыя берлинскими строительными постановленіями (въ килограм. на кв. сантим.).

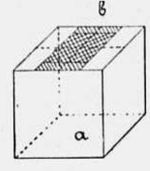
---

1) Иногда отличаютъ еще и то напряженіе, при которомъ появляется „первая трещина“, составляющее приблизительно около 0,6—0,95 отъ разрушающаго.

Для гранита 45,
Бѣлаго песчаника 30,
Плитнаго известняка . . . . 25.

По опытамъ Баушингера въ 1872—75 г. на сопротивленіе раздробленію вліяетъ также форма поперечнаго сѣченія, ея величина и соотношеніе между высотой и стороной этого сѣченія. Изъ трехъ серій опытовъ надъ двумя мелкозернистыми песчаниками сѣченіемъ около 9 × 9 см. и высотой отъ 3 до 36 см., т. е. до 4a, онъ вывелъ формулу сопротивленія при различныхъ высотахъ въ килогр. на кв. сант. $B = a + b\frac{c}{h}$ гдѣ c сторона квадратнаго сѣченія, $a = 262$ и $b = 320$ для одного песчаника и $a = 347$ и $b = 121$ для другого. При $h = 4a$ сопротивленіе камня уменьшается такимъ образомъ въ 1,2—1,7 раза.

При распредѣленіи давленія только на извѣстную симметричную часть верхней грани кубика (фиг. 21) получается увеличеніе сопротивленія относительно этой площадки по опытамъ Баха и Баушингера приблизительно до $K\sqrt[3]{\frac{a}{b}}$, гдѣ a и b площади всей грани и дѣйствія нагрузки. При уклоненіи давленія отъ середины грани разсчитываютъ только на часть послѣдней, очерченную симметрично площадкѣ b. Сопротивленіе на разрывъ находится въ нѣкоторой зависимости отъ сопротивленія на раздробленіе и колеблется въ предѣлахъ $^1/_4$—$^1/_{64}$ отъ послѣдняго. Баушингеръ принимаетъ среднюю величину въ $^1/_{26}$. На изгибъ онъ беретъ около $^1/_6$ и для скалыванія—около $^1/_{13}$ отъ напряженія на раздробленіе. По опытамъ механ. лабораторіи Инст. Инж. Пут. Сообщ. напряженіе на переломъ для 2 случаевъ известняковъ получилось въ $^1/_9$ и $^1/_{15}$ отъ раздробленія и на скалываніе въ среднемъ для 6 известняковъ въ $^1/_{12}$, для 3 песчаниковъ въ $^1/_{18}$, для гранита въ $^1/_{12}$ и порфира въ $^1/_7$.



Фиг. 21.

Твердость простыхъ минераловъ, какъ мы уже видѣли, опредѣляется шкалой Моса. Для сложныхъ же породъ очень трудно скомбинировать такую данную, которая отвѣчала бы твердости всей совокупности составныхъ частей тѣмъ болѣе, что, напримѣръ, въ песчаникахъ всякое поверхностное воздѣйствіе принимаютъ главнымъ образомъ песчинки ихъ составляющія и лишь косвенно связующее вещество. Поэтому условились для камней опредѣлять изнашиваемость или истираемость при извѣстныхъ, одинаковыхъ условіяхъ [1]).

Мраморы не отличаются достаточно большимъ для практики сопротивленіемъ истиранію, уступая въ этомъ отношеніи гранитамъ въ нѣсколько разъ, что и сказывается на службѣ мраморныхъ половъ и ступеней, получающихъ при большой ходьбѣ лоткообразныя впадины.

Большая твердость затрудняетъ обработку камней, ограничивая употребленіе такихъ отличныхъ породъ, какъ базальта, діорита, кварцита.

---

1) Чаще для этого служитъ аппаратъ Баушингера, который состоитъ изъ вращающагося чугуннаго круга, посыпаннаго наждакомъ, на который и надавливается въ неподвижномъ положеніи данный образецъ. Иногда подвергаютъ образецъ дѣйствію струи кварцеваго песка подъ большимъ давленіемъ, что считается болѣе отвѣчающимъ дѣйствительнымъ условіямъ службы камня, напримѣръ, въ мостовой. Твердость можетъ быть также непосредственно опредѣлена ножемъ Родмана.

Прочностью называютъ сопротивленіе матеріала различнымъ
физическимъ и *химическимъ* вліяніямъ.

Къ числу *физическихъ факторовъ*, дѣйствующихъ на горную
породу, принадлежитъ *колебаніе температуры и замерзаніе воды.*

При переходѣ отъ одной температуры къ другой смежныя
частицы камня испытываютъ то сжатіе, то расширеніе. Если онѣ
относительно малы, одинаковы по величинѣ, какъ это бываетъ
въ мелкозернистой породѣ, и состоятъ изъ одного и того-же
вещества, то натяженія въ мѣстахъ соединенія ихъ будутъ
весьма незначительными. Напротивъ, въ крупнозернистыхъ кам-
няхъ разнороднаго состава и при очень большихъ колеба-
ніяхъ температуры, какъ это бываетъ между прочимъ и на пожа-
рахъ, эти усилія могутъ оказаться настолько значительными,
что связь между частицами можетъ быть даже нарушена и если не
сразу, то при повторномъ дѣйствіи этихъ причинъ. Вліяніе рас-
ширенія частицъ усугубляется еще тѣмъ, что многіе кристаллы
расширяются неодинаково по направленію своихъ осей. Въ ре-
зультатѣ могутъ появиться трещины и тѣмъ раньше и значитель-
нѣе, чѣмъ сильнѣе будутъ колебанія температуры [1]). Въ этомъ
отношеніи характерно образное выраженіе силы сибирскихъ моро-
зовъ, во время которыхъ, какъ говорятъ, „трескаются камни“.

Особенно рельефно выражается дѣйствіе колебанія темпера-
туры на такъ называемомъ „гниломъ камнѣ“ Выборгскаго крупно-
зернистаго гранита, поверхность котораго, обращенная на югъ и
юго-востокъ, т. е. подверженная наибольшему дѣйствію лучистой
теплоты солнца, разсыпается иногда при незначительномъ лишь
нажатіи рукой.

Свѣтлыя и *полированныя* поверхности всякаго камня, какъ менѣе поглощающія
и менѣе теряющія тепло, должны лучше сохраняться, чѣмъ съ противоположными свой-
ствами. Также каменныя части жилыхъ построекъ, всегда болѣе теплыя, чѣмъ наружный
воздухъ, должны меньше страдать, чѣмъ отдѣльно стоящія части (колонны Исаакіевскаго
собора и Александровская), на что, впрочемъ, не обращено еще должнаго вниманія.

Къ трещинамъ вслѣдствіе колебанія температуры могутъ при-
соединиться также упомянутыя выше *трещины отъ неправильной
обработки камня* тяжелыми инструментами и естественныя—вслѣд-
ствіе существованія извѣстной слоистости и „отдѣльности“
(Александровская колонна).

Попадающая въ трещины и поры матеріала *вода* можетъ частью

---

1) Насколько вліяютъ колебанія даже въ нагрѣваніи предметовъ лучистой теплотой
солнца видно изъ того, что пустотѣлый гранитный обелискъ, близъ города Бостона въ 221
футъ вышиной и 30 футовъ въ квадратѣ по мѣрѣ движенія солнца вокругъ него въ те-
ченіе дня описываетъ своей вершиной эллипсъ съ большою осью около $^1/_2$ дюйма.

Коэффиціентъ линейнаго расширенія въ % на 1°C можно принять слѣдующій: для
кварца—0,000014 перпендикулярно оси и 0,000008 параллельно ей, гранита и орто-
клаза—0,000008, базальта—0,00001, мрамора—0,000008, песчаника—0,000013.

производить свое вымывающее дѣйствіе, унося растворимыя соли, частью же при *замерзаніи* разрушать породу вслѣдствіе своего расширенія, если самая форма пустотъ будетъ препятствовать пластическому перемѣщенію льда и матеріалъ окажется недостаточно сильнымъ.

Опытъ показываетъ, что мягкіе, но вязкіе камни вообще сопротивляются лучше, чѣмъ твердые, но хрупкіе, особенно же плохо—глинистые песчаники и нѣкоторые гнейсы.

На практикѣ не довольствуются сужденіемъ о сопротивленіи горной породы дѣйствію замерзающей воды по строенію и свойствамъ ея, а производятъ 25—краткое замораживаніе (при—18° С) насыщенныхъ водой образцовъ съ послѣдующимъ каждый разъ оттаиваніемъ при комнатной температурѣ [1]).

Обыкновенно, уже въ началѣ замораживанія обнаруживается негодность камня (глинистые и оолитовые известняки).

Химическое вывѣтриваніе строительныхъ камней заключается въ химическомъ воздѣйствіи кислорода, углекислоты, окисловъ азота и сѣры и тому подобныхъ соединеній, каковое усиливается въ присутствіи воды. Кислородъ, въ особенности въ озонированномъ состояніи, соединяясь съ закисями, переводитъ ихъ въ окиси, сѣрнистыя же соединенія, въ видѣ особенно часто встрѣчающагося сѣрнаго колчедана (FeS_2), въ присутствіи влажности—въ сѣрножелѣзистую соль съ дальнѣйшимъ превращеніемъ въ бурый желѣзнякъ; образованіе всѣхъ этихъ солей сопровождается увеличеніемъ въ объемѣ и можетъ причинять разрушеніе горной породы (облицовка Исаакіевскаго собора).

По американскимъ опытамъ помѣщенія влажныхъ образцовъ въ атмосферѣ углекислаго и сѣрнистаго газа въ теченіе трехъ дней, оказалось, что въ первомъ граниты теряли 0,002 — 0,029%, мраморы 0,004 — 0,023, песчаники 0,003 — 0,029; въ сѣрнистомъ газѣ потеря для гранитовъ была 0,007—0,024%, мраморовъ 0,12—0,25 и песчаниковъ 0,003—0,17. Отсюда понятно замѣченное въ послѣднее время разрушеніе знаменитаго Миланскаго собора, сдѣланнаго изъ прекраснаго бѣлаго мрамора и раньше очень хорошо сохранявшагося.

Растенія, которыя заводятся при извѣстныхъ условіяхъ въ трещинахъ горныхъ породъ, также способствуютъ косвенно разрушенію ихъ, привлекая влагу и развивая

[1]) Эта проба съ 1891 г. считается обязательной въ Министерствѣ Путей Сообщеній. Приборъ для замораживанія состоитъ изъ деревяннаго обшитаго внутри цинкомъ ящика съ двойными стѣнками, между которыми накладывается смѣсь снѣга съ солью въ равной пропорціи, которая понижаетъ температуру до—18°С. Эта температура нужна потому, что въ капилярахъ камня вода можетъ оставаться жидкой даже до—17°С. Образецъ обыкновенно берется 7×7×7 см. и погружается въ воду до полнаго насыщенія постепенно, начиная снизу, чтобы легче удалить воздухъ. Насыщенной водой образецъ замораживаютъ въ теченіе 4—6 часовъ, потомъ оттаиваютъ въ водѣ при+18°С въ теченіе такого же времени. При этомъ опредѣляютъ попутно сопротивленіе на раздробленіе въ насыщенномъ состояніи до замораживанія и послѣ него съ потерей въ вѣсѣ послѣ замораживанія, подробно изслѣдуя камень съ помощью лупы. Естественно, что для Сибири степень замораживанія должна быть другой.

углекислоту и гуминовыя кислоты, которыя и дѣйствуютъ на камень. Известняки и въ частности мраморы могутъ также „гнить“ въ сырой почвѣ, разрушаясь отъ присутствія углекислоты и альбуминозныхъ веществъ. Песчаники же вслѣдствіе большой своей пористости, впитывая вмѣстѣ съ влагой и органическія пылевыя частицы, въ плохо обвѣтриваемыхъ частяхъ зданій покрываются особой зеленой растительностью, весьма трудно удаляемой съ поверхностей.

Изъ минераловъ болѣе прочнымъ оказывается кварцъ и ортоклазъ (изъ полевыхъ шпатовъ), слабѣе роговая обманка и известковый шпатъ. Поэтому *наибольшимъ сопротивленіемъ* вывѣтриванію отличаются кварцевыя породы, потомъ силикатовыя (магнезіальныя болѣе щелочныхъ) и наименьшимъ песчаники (кромѣ кварцевыхъ) и известняки.

Наряду съ химическимъ анализомъ, для опредѣленія прочности породы въ связи съ строеніемъ и распредѣленіемъ вещества, въ настоящее время производится всегда и *микроскопическое изслѣдованіе* шлифовъ, представляющихъ истонченныя отшлифованныя пластинки данной породы [1]).

Для наглядности въ приложеніи приведены снимки такихъ шлифовъ для наиболѣе употребительныхъ матеріаловъ въ Петербургѣ.

Всѣ указанныя выше причины вывѣтриванія горныхъ породъ, взятыя отдѣльно, могутъ дѣйствовать весьма медленно, въ совокупности же—гораздо быстрѣе. Вообще можно утверждать, что на открытомъ воздухѣ ни одинъ камень вѣчно существовать не можетъ и что даже незначительныя причины, но дѣйствующія очень продолжительное время, могутъ разрушать въ концѣ концовъ такія породы, какъ сіенитъ. Это наблюдается въ настоящее время, напримѣръ, въ среднемъ Египтѣ, гдѣ не извѣстны морозы и почти не бываетъ дождей, а большинство древнихъ построекъ обращено въ развалины.

Одинъ изъ способовъ сохраненія камня на болѣе продолжительное время заключается въ „консервированіи“.

Консервированіе состоитъ въ закупориваніи поръ камня веществами, превращающимися въ нерастворимыя соединенія. Однако, оно тогда только можетъ достигать цѣли, если вода не будетъ имѣть доступа внутрь камня какимъ-нибудь другимъ путемъ, и консервирующее вещество будетъ хорошо соединятся съ породой. Поэтому для уменьшенія вреднаго вліянія поверхностнаго закупориванія часто предпочитаютъ прибѣгать къ такимъ эластическимъ веществамъ, какъ парафинъ, масло, шеллакъ (послѣднимъ была покрыта при ремонтѣ Александровская колонна) и т. п.

[1]) Такимъ способомъ между прочимъ были опредѣлены причины вывѣтриванія кубовскаго гранита устоевъ моста черезъ р. Обь, который отлично выдержалъ замораживаніе, но черезъ годъ сталъ разрушаться.

Одинъ изъ способовъ консервированія состоитъ въ нанесеніи на поверхность слабаго раствора фуксова стекла, изъ котораго при известнякахъ образуется нерастворимая кремневая соль и при другихъ породахъ—выдѣляется кремнекислота; однако, эти реакціи идутъ медленно, и получается покрытіе хрупкое. Кульманъ предлагаетъ послѣ нанесенія растворимаго стекла (калійнаго) обработывать поверхность кремне-фтористо-водородною кислотой, что даетъ нерастворимый кремнефтористый калій („флюатированіе“). Аналогическое флюатированіе было примѣнено для колоннъ изъ бѣлаго радомскаго песчаника, при постройкѣ памятника Александра II въ Москвѣ, но не дало хорошихъ результатовъ. Кесслеръ для той же цѣли предлагаетъ кремнефтористый магній, а для песчаниковъ—Рансоме хлористый кальцій, который образуетъ нерастворимый силикатъ извести. Опыты Тетмайера показали, что флюатированіе значительно повышаетъ крѣпость камня. Флюатированіе даетъ хорошіе результаты преимущественно для известняковъ, такъ какъ сопровождается образованіемъ наибольшаго количества нерастворимыхъ соединеній, не слишкомъ хрупкихъ и хорошо сцѣпляющихся съ породой, и въ этомъ видѣ находитъ большое примѣненіе въ Италіи.

Огнестойкость естественныхъ камней вообще не велика и зависитъ отъ огнеупорности или тугоплавкости вещества и строенія камня. Изъ главнѣйшихъ минераловъ наибольшею тугоплавкостью отличается кварцъ; слюды тоже трудно плавятся; аморфный кремнеземъ плавится уже легче. Карбонатовыя породы въ огнѣ разлагаются, но образующаяся окись кальція (CaO) огнеупорна. Пористость и мелкозернистость способствуютъ увеличенію огнестойкости.

Поэтому самыми огнестойкими будутъ глинистые и кремнистые песчаники и отчасти кварциты [1]). Граниты, въ особенности крупнозернистые, базальты и известняки не огнестойки.

Теплопроводность и звукопроводность выражается главнымъ образомъ пористостью матеріала. Пористость опредѣляется по объему и по вѣсу въ зависимости отъ того, относятъ ли количество поглощенной до насыщенія образца воды къ объему его или вѣсу. Наибольшею пористостью отличаются песчаники (до 18% по вѣсу) и известковые туфы [2]).

Внѣшній видъ камня зависитъ отъ строенія, цвѣта и обработки его. При существованіи частей камня съ различными оттѣнками слѣдуетъ группировать ихъ, чтобы смягчить переходы. Въ особенности же нужно стараться защищать поверхность камня отъ потековъ съ металлическихъ частей, которые легко впитываются даже такими мало пористыми породами, какъ гранитъ, и очень трудно удаляются.

Пріемка камней. Бутовый камень и булыжникъ принимаются обмѣромъ въ баркахъ и вагонахъ или въ „штабеляхъ“ чаще всего высотой въ ½ сажени, при чемъ на боковыя грани идетъ болѣе крупный и „укладистый“ камень. Иногда бутовую плиту прини-

---

[1]) Послѣдніе употребляются въ Олонецкой губ. даже для облицовки доменныхъ печей. Имѣются, впрочемъ, указанія, что шокшинскій кремнистый песчаникъ въ сильномъ жарѣ сплавляется, вѣроятно, отъ содержанія въ немъ мелкихъ зеренъ полевого шпата, почему употребленіе его на обдѣлку горновъ въ Петрозаводскѣ теперь оставлено.

[2]) Согласно американскимъ даннымъ насыщаемость по вѣсу для гранитовъ 0,066—1,55%, мраморовъ 0,08—0,16, известняковъ 0,07—6,17 и песчаниковъ 0,82—18,07.

маютъ „въ дѣлѣ“ т. е. уже въ постройкѣ. Отъ тщательности укладки и сортировки зависитъ количество камня при томъ же объемѣ.

„Штучные“ камни обыкновенно расцѣниваются и принимаются кубическими футами. Штучнымъ камнемъ „шестикатомъ“ называется—отесанный со всѣхъ шести сторонъ; отесанный съ пяти сторонъ — „пятикатомъ“, при чемъ неотесанная задняя сторона называется — „хвостомъ“, передняя — „лицомъ“, верхняя и нижняя—„постелями“ и боковыя — „заусенками“ Высота камней зависитъ отъ породы и назначенія и обыкновенно не превосходитъ ширины, длина же, смотря по крѣпости породы, колеблется отъ 2 до 5 высотъ (послѣдняя для гранитовъ).

Сортовая плита принимается поштучно и погонной мѣрой, если не имѣетъ однообразной формы. Въ Петербургѣ различаютъ слѣдующіе сорта плиты: *тротуарная*, *прокладная*, *карнизная*, *ступенная и цокольная*.

Лещадная плита, бываетъ: тротуарная, отесанная со всѣхъ сторонъ кромѣ нижней, нормально 14—15 вер. въ квадратѣ и толщиной 1½—2 вер.; прокладная въ 11—15 вер. въ квадратѣ (по величинѣ стѣны) и толщиной 1½—2 вер.; карнизная толщиной 1—2 вер. и длиной въ хвостѣ 5—8 четвертей (аршина). *Ступенная плита*, шириной 8—9 вер., толщиной 3—3½ вер. и длиной 1½—3¾ арш. (черезъ каждыя четверть аршина). *Цокольная плита* отъ 3 до 4 вер. толщиной (рѣдко до 6 вер.) и разной длины съ отеской постелей и заусенковъ лишь на 2 вер. Одесскій штучный камень распиливается размѣрами 16×6×6, 14×5×5 и 12×4×4 вер.

Испытанію на замораживаніе и микроскопическому изслѣдованію подвергаютъ чаще лишь цѣнный облицовочный камень, на огнестойкость и теплопроводность—только въ исключительныхъ случаяхъ, химическій же анализъ производится обыкновенно для новыхъ, еще неизвѣстныхъ породъ.

II.

Искусственные строительные камни.

Естественные камни обладаютъ лишь извѣстными, ограниченными свойствами, часто недостаточными для практики, которая въ настоящее время предъявляетъ къ матеріалу самыя разнообразныя требованія, достижимыя лишь при искусственномъ изготовленіи его.

Такъ, вслѣдствіе большой теплопроводности горныхъ породъ наружнымъ стѣнамъ построекъ въ нашемъ холодномъ климатѣ приходится придавать слишкомъ большую толщину, уменьшая непроизводительно полезную площадь помѣщенія, сильно же пористые камни оказываются слишкомъ слабыми. Для облицовки топокъ требуется сильная огнеупорность, между тѣмъ какъ только нѣкоторые естественные камни отличаются этимъ свойствомъ и въ извѣстной лишь степени. Кромѣ того рѣдко можно получить породу вполнѣ однородную и желаемаго цвѣта.

Матеріалами для искусственныхъ строительныхъ камней служитъ глина, гипсъ, известь, цементъ, стекло и др. Въ чистомъ видѣ они примѣняются только въ исключительныхъ случаяхъ, чаще же вмѣстѣ съ пескомъ, щебнемъ, желѣзомъ, деревомъ и т. п., которые добавляются главнымъ образомъ для удешевленія продукта, напримѣръ, песокъ и щебень въ бетонѣ, иногда же и для улучшенія, какъ песокъ при фабрикаціи клинкерныхъ издѣлій.

По способу приготовленія искусственные камни раздѣляются на получаемые: 1) при *высокой температурѣ* (обжигомъ), какъ глиняныя и стеклянныя издѣлія и 2) при *обыкновенной* температурѣ съ помощью вяжущихъ веществъ,—бетонъ и другія цементныя издѣлія.

Глиняные строительные матеріалы.

Примѣненіе глиняныхъ издѣлій извѣстно съ глубокой древности и основано на свойствѣ глины при замѣшиваніи съ водой давать пластичное тѣсто, позволяющее получать издѣлія любой формы, и при обжигѣ переходить въ каменистую массу.

Свойства глинъ. Глина есть продуктъ разложенія силикатовыхъ горныхъ породъ, выдѣляющихъ при этомъ кварцъ въ видѣ песка, а полевой шпатъ и аналогичныя составныя части послѣ потери растворимыхъ окисловъ—въ формѣ *воднаго кремневаго глинозема*, который и представляетъ глину.

Очень чистый кристаллическій каолинъ найденъ былъ въ Денверѣ (Колорадо), по анализу соотвѣтствующій формулѣ $Al_2O_3 . 2\ SiO_2 . 2\ H_2O$, которая получается, если предположимъ, что изъ ортоклаза, напримѣръ, будетъ удалена растворимая его часть ($K_2O . 3\ SiO_2 . Al_2O_3 . 3\ SiO_2 + 2\ H_2O = Al_2O_3 . 2\ SiO_2 . 2\ H_2O + K_2O . 4\ SiO_2$). Что даже такія прочныя породы, какъ базальтъ, подвергаются аналогичному процессу, видно изъ того, что и на ихъ поверхности находятъ желтосѣрую пленку характерной базальтовой глины. Полный процессъ этого разложенія требуетъ весьма продолжительнаго времени и въ данный моментъ можетъ оказаться далеко незаконченнымъ. Иногда въ одномъ и томъ же мѣстѣ (гора Благодать на Уралѣ) можно наблюдать всѣ стадіи разложенія горной породы отъ чистаго бѣлаго каолина съ поверхности, каолина съ примѣсью желѣза и марганца на большей глубинѣ, далѣе—съ примѣсью зеренъ полевого шпата и, наконецъ, самой породы.

Нерѣдко продукты разложенія уносятся водой и отлагаются въ другомъ мѣстѣ, сортируясь при этомъ по своему удѣльному вѣсу и смѣшиваясь въ различной пропорціи съ пескомъ и съ другими веществами. Въ этомъ случаѣ, перетираясь при движеніи, частицы *округляются*, и глина пріобрѣтаетъ свойство *пластичности*, т. е. способность при замѣшиваніи съ водой принимать, не разрываясь, различную форму.

Глины мѣстнаго происхожденія, напротивъ, оказываются съ неокругленными частицами и поэтому *непластичными*. Для опредѣленія пластичности скатываютъ изъ глиняного тѣста цилиндры опредѣленнаго діаметра и изгибаютъ до появленія трещинъ въ дугу, по величинѣ радіуса которой и судятъ о глинѣ.

По содержанію примѣсей глины раздѣляютъ на *жирныя* и *тощія*.

Чистая глина въ сухомъ видѣ истирается въ порошокъ, липнетъ къ языку и жадно впитываетъ воду, замѣтно увеличиваясь въ объемѣ, при чемъ издаетъ характерный глинистый запахъ.

При *высыханіи*, напротивъ, она уменьшается въ объемѣ, и такъ какъ при обыкновенныхъ условіяхъ сушки на воздухѣ поверхностные слои ея высыхаютъ значительно быстрѣе внутреннихъ, то на поверхности появляются трещины.

Съ *слабымъ нагрѣваніемъ* (около 150°C) удаляется изъ глины *гигроскопическая* вода, при чемъ до сближенія частичекъ ея уменьшеніе въ объемѣ или „*усыханіе*“ происходитъ пропорціонально количеству удаляемой воды („вода усыханія“).

При доведеніи *до краснокалильнаго жара* (700—800°C) выдѣляется уже *гидратная* вода съ нѣкоторымъ возрастаніемъ усыханія и пористости, и получается окаменѣлая, тонкопористая масса, все еще липнущая къ языку и плохо сопротивляющаяся влажности и вывѣтриванію (недожегъ).

Съ *возвышеніемъ* температуры, смотря по составу глины, для обыкновенныхъ же кирпичныхъ глинъ до температуры, близкой къ *бѣлокалильному жару* (900—1000°С), начинается *размягченіе* или „*спеканіе*“ глины съ уменьшеніемъ въ объемѣ и пористости, и вся *масса дѣлается болѣе звонкой, крѣпкой, не липнетъ къ языку и лучше сопротивляется вывѣтриванію* (нормальный обжигъ).

Наконецъ, при *дальнѣйшемъ повышеніи* температуры происходитъ плавленіе глины и получается остеклованная еще болѣе крѣпкая и прочная масса (желѣзнякъ).

Съ введеніемъ въ глину такого отощающаго вещества, которое не измѣнялось бы въ водѣ, напримѣръ песка, естественно указанныя измѣненія въ объемѣ дѣлаются меньше, и вѣроятность появленія трещинъ ослабляется.

Степень плавкости или *огнеупорности* глины зависитъ отъ состава. Глиноземъ очень трудноплавокъ и при температурѣ плавленія платины размягчается лишь съ поверхности. Кремнеземъ плавится нѣсколько легче. Соединеніе же того и другого вмѣстѣ по общему закону, какъ для металловъ, плавится при болѣе низкой температурѣ.

Прибавка окисловъ желѣза, марганца, кальція и магнія до извѣстныхъ предѣловъ, вообще говоря, понижаетъ температуру плавленія, при чемъ желѣзо сообщаетъ глинѣ весьма цѣнное свойство *густоплавкости*, т. е. болѣе постепенный переходъ въ жидкое состояніе, а известь — *жидкоплавкости*. Прокаливаніе глины нѣсколько повышаетъ ея огнеупорность, чѣмъ пользуются, при добавленіи къ огнеупорнымъ издѣліямъ толченной обожженной глины или *шамотты*.

Нужно замѣтить, что въ отсутствіи глинозема металлическіе окислы не составляютъ плавней для кремнезема, но для этого достаточно прибавленія незначительнаго количества его. Съ увеличеніемъ глинозема, напротивъ, возрастаетъ огнеупорность. Прибавленіе же кремнезема требуетъ лишь болѣе длительнаго нагрѣванія и получается болѣе жидкій силикатъ. Были предложенія измѣрять огнеупорность глинъ относительнымъ содержаніемъ окиси желѣза или эквивалентнымъ его количествомъ для другихъ окисловъ, но къ этому нужно относиться съ большою осторожностью, такъ какъ, напримѣръ, Снеліусъ нашелъ, что для англійскихъ огнеупорныхъ глинъ 1% щелочей значительно увеличиваетъ плавкость, а 2—3% окиси желѣза при отсутствіи щелочей оказываютъ малое вліяніе.

Огнестойкость же зависитъ отъ продолжительности нагрѣванія и пористости, которая хотя съ одной стороны и способствуетъ впитыванію газовъ и шлаковъ изъ топлива, что можетъ понижать огнеупорность, но съ другой стороны увеличиваетъ сопротивленіе фабриката перемѣнѣ температуръ, такъ какъ облегчается расширеніе въ порахъ самого вещества.

Цвѣтъ обожженной глины зависитъ главнымъ образомъ отъ присутствія окисловъ желѣза и марганца. При достаточно сильномъ обжигѣ окислы желѣза обыкновенно окрашиваютъ продуктъ въ

красный цвѣтъ, при слабомъ — въ розовый (алый кирпичъ), иногда же — въ желтый [1]).

Вредныя примѣси въ глинѣ могутъ дѣйствовать химически и механически.

1) *Крупныя включенія*, камешки и крупный песокъ, расширяясь при обжигѣ вслѣдствіе нагрѣванія могутъ давать трещины или вызывать такія натяженія прилегающихъ частицъ, которыя при дальнѣйшихъ неблагопріятныхъ условіяхъ способны уже въ кладкѣ производить разрушеніе. Мелкія неизмѣняющіяся примѣси уменьшаютъ пластичность и вяжущую способность глины.

2) *Сѣрный колчеданъ* можетъ давать при обжигѣ гипсъ и сѣрнистое желѣзо, которые подъ вліяніемъ влажности воздуха увеличиваются въ объемѣ и разрушаютъ фабрикатъ [2]).

3) *Углекислая известь* въ видѣ болѣе или менѣе крупныхъ кусочковъ послѣ обжига можетъ гаситься, увеличиваясь въ объемѣ и разрушая продуктъ. Въ порошкообразномъ состояніи, при достаточномъ смѣшеніи и обжигѣ, она способна давать съ глиной известковые силикаты, при слабомъ же обжигѣ и плохомъ смѣшеніи, также гаситься [3]).

4) *Растворимыя соли*, при сушкѣ издѣлія собирающіяся на выступающихъ частяхъ. Во время обжига онѣ могутъ соединяться съ глиной, образуя пятна, или оставаться снаружи и способствовать вывѣтриванію.

Выборъ глины всецѣло зависитъ отъ тѣхъ требованій, которыя предъявляются къ различнымъ глинянымъ издѣліямъ. Послѣднія раздѣляются на слѣдующіе сорта.

---

[1]) Глины, темный цвѣтъ которыхъ до обжига обусловленъ присутствіемъ органическихъ веществъ, послѣ обжига свѣтлѣютъ. При маломъ содержаніи извести и магнезіи, цвѣтъ обжига зависитъ отъ отношенія окисловъ желѣза къ глинозему; при меньшемъ 1/15 получается бѣлый, при 1/15—1/2 желтый и выше—красный. При достаточномъ содержаніи извести, цвѣтъ зависитъ отъ количества окисловъ желѣза по отношенію къ извести, до 1/2 — желтый, болѣе—красный. Въ возстановительномъ пламени происходитъ раскисленіе окиси желѣза съ образованіемъ темныхъ цвѣтовъ (кирпичъ-желѣзнякъ).

[2]) При обжигѣ его выдѣляется сѣрнистый газъ, который самъ уже можетъ причинять трещины; выдѣляющаяся сѣрнистая кислота переходитъ потомъ въ сѣрную, которая и образуетъ съ известью гипсъ, дающій красныя пятна на издѣліи и медленно разрушающій его въ послѣдствіи. Остающееся также сѣрнистое желѣзо, окисляясь затѣмъ во влажномъ воздухѣ, переходитъ въ соль окиси желѣза, увеличивающуюся въ объемѣ. Высокая температура обжига способствуетъ разложенію сѣрнокислыхъ соединеній и замѣщенію сѣрной кислоты кремнекислотой, которая и переводитъ ихъ въ инертные силикаты.

[3]) Присутствіе извести только тогда ведетъ къ разрушенію, когда крѣпость обожженнаго издѣлія оказывается недостаточной при данномъ количествѣ ея, и поры не даютъ возможности образующемуся гидрату извести выдавливаться. Упомянутое тѣсное смѣшеніе извести съ глиной при достаточномъ обжигѣ и извѣстномъ соотношеніи можетъ даже дать родъ гидравлическаго соединенія, твердѣющаго съ водой, или же инертный известковый силикатъ.

1) *Неогнеупорныя издѣлія,* которыя не должны подвергаться очень высокой температурѣ (приблизительно выше 1000 C⁰):

a) Обыкновенный кирпичъ.

b) Гончарныя издѣлія: черепица, трубы, изразцы, облицевочный кирпичъ, терракота.

2) *Огнеупорныя издѣлія,* предназначенныя для высокой температуры:

a) Огнеупорный кирпичъ.

b) Огнеупорныя тигли.

c) Керамиковыя трубы.

Для *обыкновеннаго кирпича* желательно примѣненіе болѣе мергелистыхъ глинъ, по возможности тощихъ, чтобы не приходилось искусственно прибавлять песку, столь необходимаго для увеличенія пористости и уменьшенія усыханія продукта, высушиваемаго обыкновенно на воздухѣ. Однако, содержаніе глины должно быть такимъ, чтобы при формовкѣ не обсыпались углы и получался продуктъ съ достаточной крѣпостью (обыкновенно эти глины содержать нѣсколько болѣе 30% песку).

Въ этомъ случаѣ по экономическимъ соображеніямъ оказывается затруднительнымъ прибѣгать къ какому либо искусственному смѣшенію матеріаловъ и приходится брать глину въ томъ составѣ, въ какомъ она находится въ природѣ, измѣняя обработкой лишь физическое строеніе ея. Поэтому часто выгоднѣе отказаться даже отъ болѣе чистой и пластичной глины въ пользу нѣсколько худшей, но болѣе тощей.

Практическимъ указателемъ достаточной тощести глины можетъ служить скатанный изъ замѣшанной глины шарикъ, который при высыханіи долженъ слегка трескаться, но не разсыпаться. Болѣе точныя указанія можетъ дать *пробный обжигъ* въ обыкновенномъ очагѣ, однако не слѣдуетъ упускать изъ виду возможности дѣйствія на продуктъ золы и газовъ топлива.

Для *гончарныхъ издѣлій,* какъ болѣе цѣнныхъ, глина должна быть пластичнѣе и чище для достиженія однообразнаго красиваго цвѣта, особенно при терракоттѣ. Нѣкоторая чувствительность жирной глины къ усушкѣ не составляетъ большихъ затрудненій, такъ какъ при данномъ болѣе дорогомъ производствѣ представляется возможнымъ принять и необходимыя предосторожности.

Для *огнеупорныхъ* издѣлій требуется спеціальная огнеупорная глина съ наименьшимъ содержаніемъ окисловъ металловъ или плавней. Отощающія вещества должны находиться въ опредѣлен-

номъ соотношеніи съ глиной и потому обыкновенно примѣшиваются искусственно [1]).

Подготовка глины. Въ рѣдкомъ случаѣ глина оказывается настолько разложившейся, однородной и неслоистой, что можетъ быть непосредственно смочена водой и обращена въ глиняное тѣсто. Даже для такого грубаго издѣлія, какъ кирпичъ, обыкновенно приходится подготовить ее. Это достигается *вывѣтриваніемъ* съ поперемѣннымъ смачиваніемъ и высушиваніемъ, а также замораживаніемъ и оттаиваніемъ глины, способствующими разрыхленію и перемѣшиванію частицъ между собой.

Для облегченія этого процесса увеличиваютъ поверхность соприкосновенія глины съ окружающимъ воздухомъ, для чего ее складываютъ по направленію господствующаго вѣтра рядами, въ 2 арш. шириной и не болѣе 1 арш. вышиной. Съ тою же цѣлью вскапываютъ и боронятъ глину. Вмѣстѣ съ механическимъ разрыхленіемъ происходятъ различные химическіе процессы, улучшающіе свойства глины. Поливаніе водой и дѣйствіе дождей способствуетъ также выщелачиванію изъ глины растворимыхъ солей [2]).

Для увеличенія пластичности *гончарныя глины* отсѣиваются отъ болѣе крупныхъ включеній и отмучиваются для удаленія менѣе крупныхъ.

Огнеупорныя глины отмучиваются также и для удаленія растворимыхъ солей.

Мятье глины имѣетъ цѣлью увеличеніе *однородности,* а отчасти и *пластичности* тѣста. При небольшихъ производствахъ обыкновенно пользуются людьми или животными, при большихъ же особыми машинами или *глиномятками,* приводимыми въ движеніе различными двигателями.

Мятье людьми и животными производится на утрамбованномъ основаніи или досчатомъ помостѣ, на который накладывается слой глины до 1 фута толщиной. Глина смачивается водой и переминается голыми ногами рабочихъ, двигающихся въ опредѣленномъ порядкѣ; попадающіяся при этомъ крупныя включенія

---

[1]) Залежи обыкновенной кирпичной глины находятся во многихъ мѣстностяхъ. Изъ болѣе спеціальныхъ извѣстныхъ глинъ можно указать на Гжельскую (въ 45 вер. отъ Москвы), которая добывается различныхъ сортовъ: фаянсовая, фарфоровая, горшечная и кирпичная, и на Боровичскую огнеупорную глину, идущую на фарфоръ, керамиковыя издѣлія и огнеупорный кирпичъ.

[2]) По мѣрѣ разрыхленія глины и увеличенія доступа воздуха и влажности, сѣрный колчеданъ переходитъ въ желѣзный купоросъ, который съ углекислой известью даетъ гипсъ, производящій налеты на фасадѣ строеній; поэтому для облицевочнаго кирпича слѣдуетъ избѣгать продолжительнаго вывѣтриванія такихъ глинъ, которыя содержатъ много желѣзнаго колчедана.

Очень плотныя, слежавшіяся глины приходится „вылеживать“ очень долго отъ 2 до 3 лѣтъ и даже больше (шведская глина Гегенасъ—до 10 лѣтъ). Иногда для ускоренія вывѣтриванія такія глины сначала измельчаются.

удаляются. По временамъ берутъ комъ глины, и разсѣкая его проволокой (чтобы не нарушить строенія), по срѣзу судятъ объ однородности промятой глины.

При пользованіи животными, послѣднія гоняются вокругъ столба съ завязанными глазами или же приспособляются къ передвиганію по кругу особыхъ тяжелыхъ катковъ. Мятье животными обходится дешевле, но не сопровождается удаленіемъ изъ глины крупныхъ включеній. Кромѣ того въ глину попадаютъ отбросы животныхъ.

Для болѣе цѣнныхъ издѣлій разрѣзаютъ глину на тонкіе пласты, чтобы лучше удалить постороннія включенія; пласты при помощи колотушки снова сбиваются въ комья, и вся операція повторяется нѣсколько разъ [1]).

Глиномятныя машины бываютъ простѣйшія деревянныя, обыкновенно приводимыя въ движеніе животными, и болѣе сложныя и совершенныя съ механическими двигателями. Послѣднія окупаются лишь при большомъ и постоянномъ производствѣ. Иногда работу глиномятной машины соединяютъ съ формовкой, что, впрочемъ, ухудшаетъ фабрикатъ, почему и примѣняется лишь при изготовленіи обыкновеннаго кирпича.

По идеѣ всѣ глиномятки представляютъ вертикальные или горизонтальные барабаны, въ которыхъ вращается ось съ насаженными наклонными лопастями, смѣшивающими глиняное тѣсто и сообщающими ему поступательное движеніе [2]).

На **фиг. 25** представлена деревянная глиномятка съ коннымъ приводомъ. Въ вертикальной обыкновенной бочкѣ или барабанѣ B, сдѣланномъ для уменьшенія тренія круглымъ или восьмиграннымъ и состоящимъ изъ остова, обшитаго внутри досками, вращается ось, усаженная наклонными металлическими лопастями.

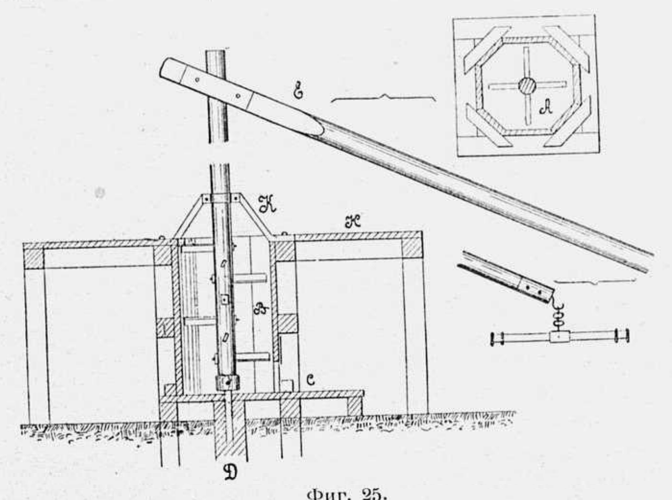
При вращеніи ножи смѣшиваютъ глину и, нажимая, выдавливаютъ ее чрезъ боковое отверстіе C, находящееся внизу и регулируемое задвижкой. Особенное вниманіе должно быть обра-

[1]) Иногда, еще до мятья комья верхняго слоя разбиваютъ лопатой, поливаютъ водой и закрываютъ рогожей. На второй день разрѣзанные лопатой тонкіе куски перебрасываютъ на другое мѣсто, и разрыхливъ и поливъ водой, снова прикрываются рогожей; на третій производится мятье.

Обыкновенно тощія глины перерабатываются съ содержаніемъ воды въ 16—24% и жирныя 28—52% при формовкѣ мокрымъ способомъ и 4—6% при сухой прессовкѣ.

[2]) Вертикальное положеніе барабана даетъ болѣе равномѣрное питаніе его глиной и сбереженіе мѣста, горизонтальное же облегчаетъ наполненіе барабана и требуетъ меньшей затраты работы, такъ какъ по выходѣ изъ глиномятки тѣсто обыкновенно должно принимать горизонтальное движеніе. Иногда ребра или ножи соотвѣтственно насаживаются и на внутренней поверхности барабана для воспрепятствованія вращенію тѣста въ немъ.

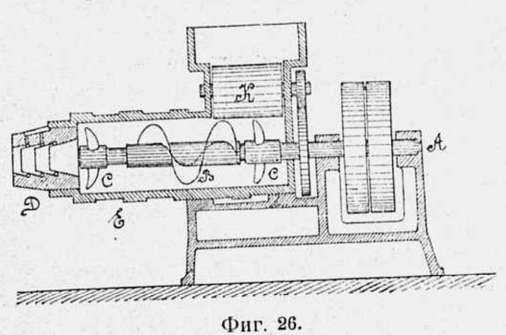
щено на устройство незасоряемой глиной пяты D, чтобы не затруднять безполезно вращенія. Ось приводится въ движеніе кон-



Фиг. 25.

нымъ приводомъ E. Для удобства закладыванія глины устроенъ помостъ H.

Усовершенствованная желѣзная глиномятка (тоншнейдеръ, малаксеръ) представлена на фиг. 26. Въ барабанѣ E вращается ось A съ насаженной винтовой лопастью B и рѣзаками C, которые и выдавливаютъ тѣсто въ постепенно суживающійся *мундштукъ* D. Для дробленія случайно попавшихся твердыхъ частей и досылки глины до дна барабана служатъ парные *вальцы* K [1]).



Фиг. 26.

Иногда послѣ мятья глину подвергаютъ *вылеживанію* или гноенію, способствующему улучшенію ея. Для этого глина склады-

[1]) Съ уменьшеніемъ діаметра и увеличеніемъ длины барабана увеличивается однородность тѣста, но уменьшается производительность. На практикѣ поэтому не дѣлаютъ діаметра болѣе 0,7 метра. Наивыгоднѣйшая скорость вращенія оси при діаметрѣ бочки въ 0,4 метр. оказывается 10—12 оборотовъ въ минуту.

вается большими комьями въ какомъ-нибудь сыромъ мѣстѣ, напримѣръ, въ подвалѣ [1]).

Производство обыкновеннаго кирпича.

Обыкновенный кирпичъ находитъ большое примѣненіе при кладкѣ стѣнъ, такъ какъ можетъ быть сдѣланъ требуемыхъ размѣровъ, достаточно нетеплопроводнымъ и дешевымъ изъ песчанистыхъ глинъ, весьма распространенныхъ въ природѣ.

По характеру этого продукта, при фабрикаціи его слѣдуетъ имѣть въ виду:

1) Надлежащій *обжигъ* (до спеканія глины).

2) Нѣкоторую *пористость.*

3) *Размѣры*, удобные для производства работъ.

Кромѣ того желательно получить *наружныя поверхности* шероховатыми, особенно при кладкѣ на известковомъ растворѣ, и достаточно *однородное строеніе.*

Величина кирпича сообразуется съ *вѣсомъ*, который долженъ быть около 10 фунт., съ *шириной* его, близкой къ 3 верш., для того, чтобы рабочій безъ труда могъ класть кирпичъ плашмя одной рукой, а также съ *толщиной*, не превосходящей по возможности $1^1/_2$ верш., необходимыхъ для достаточно легкаго и равномѣрнаго обжига. При исполненіи этихъ требованій получается нормальный нашъ форматъ $6 \times 3 \times 1^1/_2$ верш.

Однако, принимая во вниманіе желательность полученія въ кладкѣ швовъ одинаковой толщины, длину кирпича слѣдовало бы дѣлать равной удвоенной ширинѣ его, сложенной съ толщиной шва [2]).

Формовка кирпича производится ручнымъ или машиннымъ способомъ. Такъ какъ при сушкѣ и обжигѣ происходитъ уменьшеніе въ объемѣ, то сырецъ приготовляется нѣсколько большихъ размѣровъ, что при глинахъ средней тощести, обыкновенно примѣняемыхъ для этихъ цѣлей, въ общемъ даетъ около 12% (линейная усадка). На практикѣ усадку опредѣляютъ по нѣсколькимъ обожженнымъ для опыта кирпичамъ.

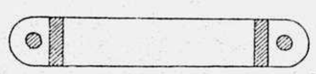
---

[1]) При этомъ преобладаетъ возстановительный процессъ, который сопровождается потемнѣніемъ глины и разложеніемъ гипса углекислотой съ выдѣленіемъ сѣрнистаго водорода. Вылеживаніе для горшечныхъ глинъ доводятъ до нѣсколькихъ недѣль, а для каолиновъ и даже до 100 лѣтъ, какъ у китайцевъ при фарфоровомъ производствѣ.

[2]) Въ Америкѣ, Германіи (величина кирпича $25 \times 12 \times 6{,}5$ см.) и въ нѣкоторыхъ другихъ странахъ это требованіе принято во вниманіе. Впрочемъ, оно имѣетъ значеніе главнымъ образомъ для облицовочнаго кирпича, который и фабрикуется болѣе тщательно, обыкновенный же кирпичъ вслѣдствіе болѣе грубаго приготовленія и неравномѣрности обжига одинаковыхъ размѣровъ всеравно не получается.

Ручная формовка наиболѣе распространена у насъ и производится посредствомъ бездонной формы или „пролетки“—при обыкновенномъ тѣстѣ и „донной“—при жесткомъ тѣстѣ (съ малымъ содержаніемъ воды).

Пролетка представляетъ рамку изъ $^1/_2$—$^3/_4$ дм. досокъ съ двумя ручками (**фиг. 27**), обиваемую иногда для прочности обручнымъ желѣзомъ. *Донная* форма дѣлается изъ 1 дм. досокъ подобно предыдущей, но снабжается дномъ и скрѣпляется болѣе солидно. Иногда для ускоренія въ работѣ употребляются *двойныя* формы, чаще соединенныя длинными своими сторонами.



Фиг. 27.

Для работы пролеткой формовщикъ на столѣ или помостѣ приготовляетъ лохань съ водой, ящикъ съ сухимъ мелкимъ пескомъ, дощечку съ закругленными ребрами и нѣкоторый запасъ готоваго тѣста.

Затѣмъ при *формовкѣ на водѣ*, смачивши форму и руки водой, рабочій беретъ комъ глины, съ избыткомъ заполняющій форму и, бросая съ усиліемъ его въ послѣднюю, старается ладонями заполнить всѣ пустоты и углы ея. Избытокъ тѣста снимается линейкой—иногда отъ середины въ обѣ стороны, чтобы не перекосить сырца— и бросается обратно въ кучу. Затѣмъ форма ставится бокомъ и относится подручнымъ на мѣсто сушки. Часто для ускоренія въ работѣ сырецъ приготовляется тутъ же подъ навѣсомъ на тѣхъ доскахъ, на которыхъ будетъ сушиться.

При *формовкѣ на пескѣ* смоченные водой форма и столъ посыпаются пескомъ. Затѣмъ берется комъ глины, обваленный въ пескѣ, и вжимается съ усиліемъ въ форму, которую послѣ обсыпки пескомъ относятъ на дощечкѣ на мѣсто сушки. Снимаемое при этомъ тѣсто отбрасывается въ сторону и снова идетъ въ мятье, иначе песчаныя прослойки могли бы помѣшать соединиться ему съ остальной массой. При этомъ способѣ поверхность кирпича выходитъ болѣе шероховатой, но съ менѣе чистыми ребрами.

Въ *донной* формѣ формовка производится подобно предыдущей на пескѣ, но комъ глины вдавливается не рукой, а пяткой ноги, почему такой кирпичъ и называется „подпятнымъ“. Послѣ снятія избытка глины сырецъ также посыпается пескомъ, покрывается дощечкой и опрокидывается [1]).

---

[1]) По нашему урочному положенію (§ 338) одинъ рабочій изъ готоваго тѣста приготовляетъ въ день 800 штукъ подливного или слизового кирпича и 600 подпятнаго съ отноской его на токъ, при чемъ на потерю кирпича во время выдѣлки и обжига полагается 20%.

Для полученія болѣе чистыхъ поверхностей примѣняются бездонныя желѣзныя формы толщиной въ $^1/_4$ дм., и формовка производится преимущественно на маслѣ изъ довольно жесткаго тѣста.

Машинная формовка примѣняется для ускоренія въ работѣ и производства нѣкоторыхъ спеціальныхъ видовъ кирпича. При мягкомъ тѣстѣ употребляются *ленточныя машины*, выдавливающія массу въ видѣ ленты, и жесткомъ—*ящичные прессы*, сжимающіе тѣсто въ особыхъ формахъ.

Выдавливаемое глиномятками тѣсто періодически, обыкновенно въ ручную, разрѣзается на отдѣльные кирпичи при посредствѣ проволокъ, натянутыхъ на особой рамкѣ. Для предупрежденія приставанія къ мундштуку тѣста и порчи кромокъ фабриката, производится автоматическое смачиваніе мундштука водой или прогрѣваніе послѣдняго паромъ, какъ это дѣлается въ Америкѣ.

Машинный кирпичъ выходитъ сравнительно съ ручнымъ болѣе плотнымъ и крѣпкимъ, но при изготовленіи ленточными машинами получаетъ часто сферическую структуру вслѣдствіе продавливанія чрезъ мундштукъ [1]).

Сушка кирпича производится естественнымъ способомъ на открытомъ воздухѣ или искусственно въ особыхъ сушильняхъ. Въ первомъ случаѣ его сушатъ на „току“ (гумнѣ) или подъ навѣсами на стелажахъ.

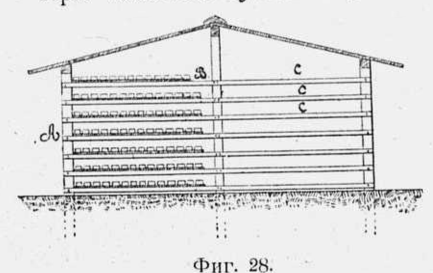
Токъ или гумно представляетъ утрамбованную площадку съ достаточнымъ уклономъ для стока воды. Сырецъ укладывается съ промежутками сначала *плашмя*, чтобы ненарушить его формы. Черезъ 2—3 дня, въ зависимости отъ погоды, когда онъ нѣсколько окрѣпнетъ, для ускоренія высыханія и предупрежденія той трапецоидальности, которая получается при продолжительномъ лежаніи на широкой сторонѣ, его „ребрятъ“, т. е. ставятъ на продольное ребро; потомъ „козлятъ“, складывая по два въ нѣсколько рядовъ, и наконецъ для освобожденія мѣста собираютъ въ штабели или „гаммы“ обыкновенно наклонными рядами въ 6—10 ярусовъ по высотѣ. Нормально сушка продолжается около мѣсяца.

Такой способъ сушки, однако, весьма неудобенъ тѣмъ, что отъ солнца сырецъ можетъ коробиться, а отъ дождя дѣлается рыхлымъ и неровнымъ („дождевикъ“), почему и примѣняется только при временномъ, полевомъ производствѣ.

---

[1]) Считая, что формовочная машина даетъ въ день не менѣе 15.000 кирпича при 3 рабочихъ и что стоимость ручной формовки составляетъ около $6^{0}/_{0}$ отъ стоимости производства, получимъ при первой сбереженіе около $4^{0}/_{0}$. Въ Германіи машинная формовка считается выгодной при производствѣ болѣе 1.000 кирпича въ часъ.

При полочной сушкѣ подъ навѣсомъ, полки располагаются такимъ образомъ (**фиг. 28**), чтобы продуктъ наилучшимъ образомъ обвѣвался воздухомъ. Полки В накладываются на бруски С постепенно, по мѣрѣ изготовленія сырца.



Фиг. 28.

Для полученія вполнѣ правильной формы и острыхъ реберъ, напримѣръ, при облицевочномъ кирпичѣ, послѣ нѣкоторой просушки производится „выправка“ и даже прессовка его.

Хорошій сырецъ долженъ быть правильной формы безъ трещинъ, изгибовъ и темнаго пятна въ серединѣ, указывающаго на недостаточность просушки его.

Обжигъ кирпича.

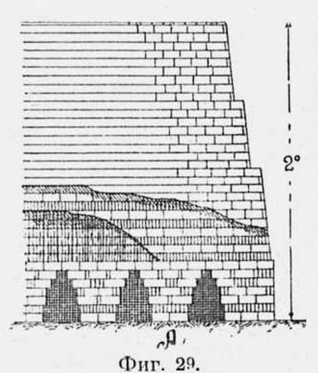
При обжигѣ происходитъ окончательное удаленіе изъ кирпича воды и спеканіе частицъ глины. Для полученія хорошаго фабриката обжигъ долженъ быть возможно *равномѣренъ* по всей массѣ и для удешевленія въ стоимости производства—наиболѣе экономиченъ.

Равномѣрность обжига, какъ показываетъ опытъ, лучше всего достигается при топливѣ съ большимъ пламенемъ, выдѣляющимъ часть тепла и на нѣкоторомъ протяженіи отъ мѣста сжиганія. Поэтому газовое топливо является самымъ лучшимъ, лишь бы оно равномѣрно распредѣлялось по всей массѣ продукта.

Изъ твердыхъ сортовъ топлива дерево, особенно сосна, даетъ наиболѣе *длинное пламя* и потому чаще другихъ идетъ для всякаго рода обжига. Каменный уголь имѣетъ меньшее пламя, почему долженъ прокладываться слоями и въ самомъ фабрикатѣ или сжигаться въ спеціальныхъ вертикальныхъ шахтахъ, оставляемыхъ въ толщѣ его, что нѣсколько портитъ издѣліе. Коксъ менѣе всего пригоденъ для обжига глиняныхъ издѣлій.

Печи по своему характеру и устройству раздѣляются на *временныя* или напольныя, складываемыя изъ обжигаемаго продукта, и *постоянныя* съ спеціально устроенными для обжига камерами. Послѣднія бываютъ *періодическія*, работающія съ перерывами для выгрузки и загрузки матеріала, и *непрерывно-дѣйствующія* или кольцевыя.

Напольная печь устраивается изъ того же сырца, поставленнаго „на ребро", съ нижней частью (иногда на глинѣ) въ видѣ параллельныхъ стѣнокъ или „бычковъ" (**фиг. 29**), толщиной около $^3/_4$—$1^1/_4$ арш. и высотой въ $1^1/_2$ арш. съ промежутками въ $^3/_4$—1 арш., въ которыхъ сжигается топливо и которые называются „очелками". Крайніе бычки для устойчивости дѣлаются до двухъ разъ толще промежуточныхъ. Для перекрытія очелковъ постепенно выпускаютъ ряды сырца, пока они не сблизятся до $1^1/_2$ верш. Часть печи выше очелковъ складывается отдѣльными вертикальными рядами, которые для образованія промежутковъ или „прогаровъ" кладутся попеременно въ „прямую и косую елку" (**фиг. 30**) съ поворотомъ направленія въ смежныхъ слояхъ.



Фиг. 29.

А В

Фиг. 30.

Садка сырца начинается отъ середины печи съ уклономъ вовнутрь для большей устойчивости. Съ тою же цѣлью придаютъ уклонъ и боковымъ поверхностямъ печи. Снаружи печь обкладывается половнякомъ плашмя и по мѣрѣ выдѣленія водяныхъ паровъ обмазывается для регулированія обжига глиной. Ширина печи доходитъ до 3 саж., длина зависитъ отъ количества обжигаемаго сырца, высота же не дѣлается болѣе 2 саж. во избѣжаніе слишкомъ продолжительнаго обжига и сминанія нижнихъ рядовъ кирпича.

Обжигъ ведется слѣдующимъ образомъ.

1) Держатъ печь „на пару", для чего сначала разводятъ у входа въ очелки слабый огонь, продвигая топливо постепенно въ глубину печи. Признакомъ окончанія выдѣленія воды служитъ появленіе копоти по краямъ половняка снаружи печи. Къ концу этого періода, продолжающагося въ среднемъ около 4 дней, очелки наполняются топливомъ до половины ихъ высоты.

2) Пускаютъ печь „на взваръ", набивая очелки до самаго верха по командѣ „обжигала", пока топливо не сгоритъ. Потомъ дѣлаютъ небольшой перерывъ или „вздышку", чтобы дать охладиться кирпичамъ, перекрывающимъ очелки. И такъ повторяютъ нѣсколько разъ, пока ни будетъ равномѣрно обожженъ весь кирпичъ. Вся операція требуетъ большого навыка и поручается только опытнымъ обжигаламъ.

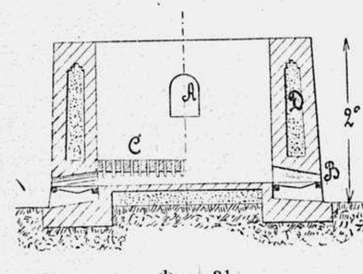
Выравниваніе жара и обжига производится количествомъ подбрасываемыхъ дровъ, прикрываніемъ заслонокъ въ устьяхъ очелковъ и закладываніемъ глиной и мусоромъ тѣхъ частей печи, которыя, будучи сильнѣе обожжены, начнутъ сильнѣе осѣдать. Весь обжигъ при благопріятныхъ условіяхъ продолжается около 7—10 дней, а при неблагопріятныхъ до 3 недѣль.

3) Производятъ охлажденіе печи. Чѣмъ оно медленнѣе и равномѣрнѣе, тѣмъ лучше получается кирпичъ. Съ этою цѣлью по окончаніи обжига устья очелковъ закладываются кирпичемъ на глинѣ, который оставляется и на время разгрузки. Нормально остываніе продолжается около недѣли.

При обжигѣ *минеральнымъ топливомъ*, горящимъ только на рѣшеткѣ, въ нижней части очелковъ на выступахъ ставится рядъ кирпичей на ребро съ промежутками, образующими нѣчто въ родѣ рѣшетки, на которой и сжигается топливо. Кромѣ того, часть топлива раскладывается тонкими горизонтальными слоями между рядами кирпича и въ прогарахъ, но съ такимъ разсчетомъ, чтобы всетаки оставались отверстія для выхода пара и продуктовъ горѣнія.

Недостатки напольныхъ печей заключаются въ *неравномѣрномъ* обжигѣ кирпича и *большомъ расходѣ топлива*. Когда у очелковъ кирпичъ начинаетъ уже оплавляться, переходя въ *желѣзнякъ*, на поверхности печи вслѣдствіе сильнаго охлажденія окружающимъ воздухомъ остается довольно много недожженнаго кирпича съ невполнѣ еще спекшейся глиной, при чемъ нормально обожженнаго или *краснаго* кирпича получается всего около 50%. Перерасходъ въ топливѣ происходитъ также вслѣдствіе трудности управленія обжигомъ и потери того тепла, которое заключается въ остывающемъ продуктѣ [1]).

Постоянныя періодическія печи отличаются отъ напольныхъ главнымъ образомъ существованіемъ постоянныхъ наружныхъ стѣнъ, которыя (**фиг. 31**), будучи снабжены нетеплопроводной прослойкой D, уменьшаютъ потерю тепла печью въ окружающую атмосферу. Такія печи повсемѣстно устраиваются въ Россіи и ча-

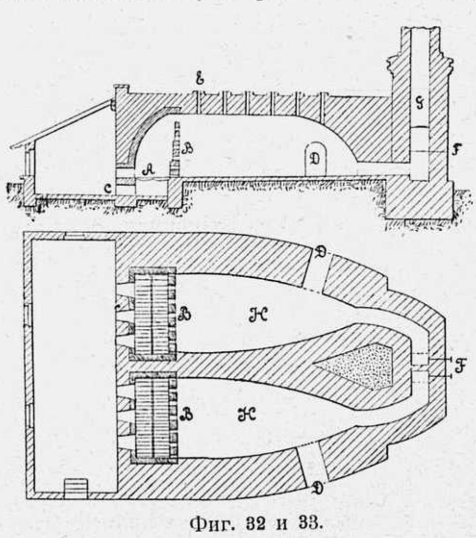


Фиг. 31.

[1]) Согласно урочному положенію (§ 341) для обжига въ напольныхъ печахъ 1.000 годнаго кирпича требуется 0.4 куб. саж. годовалыхъ сосновыхъ дровъ, и получается 25% желѣзняка, 43% нормально обожженнаго и 32% слабо обожженнаго или алаго кирпича.

сто имѣютъ постоянные очелки С (лѣвая сторона чертежа) изъ обожженнаго и даже огнеупорнаго кирпича. Послѣдніе состоятъ изъ сводиковъ въ 2 кирпича толщиной и въ 1 кирпичъ шириной съ прогарами между ними въ $^1/_4$ кирпича. Для болѣе удобнаго сожиганія топлива очелки снабжаются также рѣшетками В. Загрузка и выгрузка производится чрезъ боковыя отверстія А. Для защиты отъ непогоды на высотѣ не менѣе 1 саж. печь покрывается легкимъ деревяннымъ навѣсомъ. Ширина печи при топкѣ очелковъ съ одной стороны дѣлается до 2 саж., при топкѣ съ двухъ сторонъ отъ 3 до 4 саж.; высота стѣнъ поверхъ пода 2 саж. при топкѣ дровами и меньше — при топкѣ хворостомъ и торфомъ. Обжигъ производится такимъ же порядкомъ, какъ и при напольныхъ печахъ.

Нѣсколько большею экономичностью и болѣе равномѣрнымъ обжигомъ обладаютъ печи, перекрытыя сводами, напримѣръ, голландская, купольная французская, кассельская и печи съ „обратнымъ пламенемъ“, направленнымъ сверху внизъ.



Фиг. 32 и 33.

Кассельская печь (фиг. 32 и 33) состоитъ изъ двухъ вытянутыхъ смежныхъ камеръ Н, постепенно суживающихся вслѣдствіе охлажденія газовъ къ выходу, что способствуетъ равномѣрности обжига. Топливо сжигается на рѣшеткѣ *A*, и продукты горѣнія равномѣрно распредѣляются по всему сѣченію печи дырчатымъ порогомъ В изъ огнеупорнаго кирпича. Для улучшенія тяги служитъ общая дымовая труба G съ задвижками F.

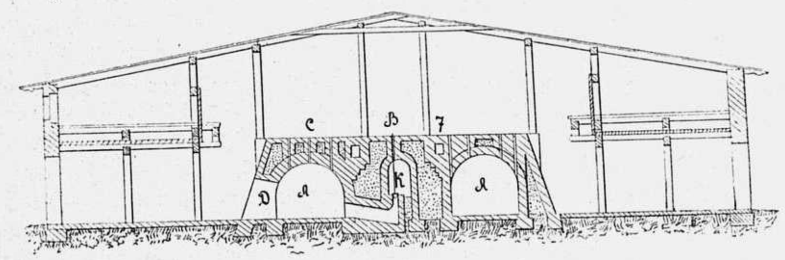
Вслѣдствіе равномѣрной температуры обжига эта печь пользуется большимъ распространеніемъ и пригодна даже для обжига огнеупорныхъ издѣлій [1]).

[1]) Насадка печи производится такъ же, какъ и ниже описанныхъ кольцевыхъ печей съ горизонтальными промежутками, и продолжается 1 день, собственно обжигъ — 3 дня,

Непрерывно-дѣйствующія печи. Помимо потери того тепла, которое заключается въ обожженномъ продуктѣ, разсмотрѣнныя выше періодическія печи имѣютъ еще одинъ существенный недостатокъ. При переходѣ къ обжигу верхнихъ рядовъ кирпича приходится выпускать въ атмосферу продукты горѣнія съ весьма высокой температурой обжигаемаго продукта, отчего расходъ въ топливѣ сильно возрастаетъ.

Соединивъ послѣдовательно нѣсколько, напримѣръ, кассельскихъ печей, и пропуская продукты горѣнія изъ печи обжига въ послѣдующія, можно подсушить только что посаженный въ нихъ сырецъ, понизивъ до желаемой степени температуру уходящихъ въ трубу газовъ, а также использовать и тепло обожженнаго уже продукта для нагрѣванія притекающаго воздуха. Увеличивъ число печей или камеръ и расположивъ ихъ непрерывнымъ кольцомъ, мы получимъ непрерывно-дѣйствующую печь [1]).

Кольцевая печь (фиг. 34) обыкновенно состоитъ изъ 12 — 16 камеръ А, сложенныхъ изъ кирпича и перекрытыхъ сводами.



Фиг. 34.

Камеры сообщаются между собой проемами, которые могутъ быть закрыты какимъ-нибудь съемнымъ (бумажнымъ) щитомъ. Онѣ снабжены дверьми D, чрезъ которыя происходитъ нагрузка и выгрузка матеріала, послѣ чего двери закладываются кирпичемъ, лучше на глинѣ. Каждая камера отдѣльнымъ рукавомъ и клапаномъ В сообщается съ дымовымъ коллекторомъ К, заканчивающимся отдѣльно расположенной дымовой трубой. Рядъ отверстій въ

охлажденіе — 5 и выгрузка — 1, всего 10 дней. Расходъ топлива на 1.000 кирпича около 20 пуд. каменнаго угля. Къ недостаткамъ печи слѣдуетъ отнести скопленіе пара подъ сводомъ ея.

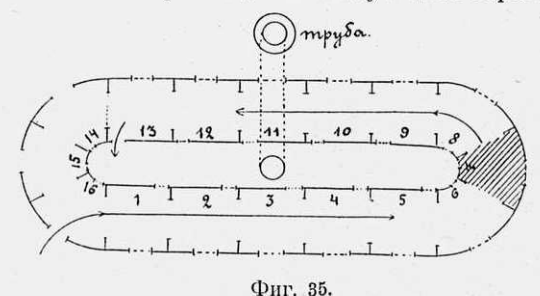
Важное же преимущество какъ печи съ „обратнымъ пламенемъ“, такъ отчасти и кассельской заключается еще въ томъ, что находящійся ближе къ топливу кирпичъ, какъ болѣе чувствительный, не находится подъ давленіемъ большого числа вышележащихъ рядовъ.

[1]) Впервые появилась во Франціи въ 1839 г., но практически была разработана Гофманомъ въ Германіи.

сводѣ С, прикрываемыхъ спеціальными колпаками, служитъ для забрасыванія топлива. Круговой каналъ F можетъ быть соединенъ также съ любой камерой. Деревянный навѣсъ надъ печью служитъ защитой отъ непогоды и иногда для искусственной просушки сырца.

Загрузка сырца производится на ребро и такимъ образомъ, чтобы оставались горизонтальные каналы для движенія продуктовъ горѣнія и вертикальные—противъ отверстій въ сводѣ С для помѣщенія топлива [1]).

Обжигъ производится слѣдующимъ образомъ. Допустимъ, что онъ уже въ полномъ ходу (схематически на **фиг. 35**) и происходитъ въ направленіи нумераціи камеръ. Пусть двери камеръ №№ 1—13 заложены, раздѣлительный щитъ находится между камерой № 13 и № 14, и камера № 13 сообщена съ дымовымъ коллекторомъ. Наружный воздухъ входитъ чрезъ двери открытыхъ камеръ №№ 14—16, охлаждаетъ уже обожженный кирпичъ въ №№ 1—6 и, постепенно нагрѣваясь, достигаетъ № 7, гдѣ происходитъ сжиганіе топлива. Отсюда сильно нагрѣтые продукты горѣнія проходятъ остальныя камеры №№ 8—13, высушивая окончательно и согрѣвая находящійся въ нихъ сырецъ, и уносятся въ дымовую трубу.



Фиг. 35.

Считая, какъ это обыкновенно и бываетъ, что въ сутки можетъ быть обожжена одна камера, на слѣдующій день щитъ переставляется между камерой №№ 15 и 14, которая была загружена сырцомъ наканунѣ и теперь будетъ соединена съ трубой вмѣсто камеры № 13. Обжигъ теперь производится въ слѣдующей камерѣ № 8 и выгрузка уже вполнѣ охладившагося кирпича изъ камеры № 1. Остающіяся свободными камеры №№ 15 и 16 назначаются для ускоренія нагрузки и выгрузки и на случай ремонта.

[1]) Внизу и у наружнаго края при поворотѣ камеры сырецъ укладывается нѣсколько тѣснѣе для равномѣрнаго движенія газовъ. Въ вертикальныхъ каналахъ, наивыгоднѣйшее разстояніе между которыми считается около 1 метра, кирпичи нѣсколько выпускаются для поддержанія топлива. Въ случаѣ топки дровами послѣднія мелко колются.

Такимъ образомъ каждый день получается извѣстное количество вполнѣ готоваго кирпича, который въ теченіе 6 дней до своего обжига *постепенно* и *равномѣрно* подогрѣвается, а послѣ обжига также равномѣрно охлаждается.

Прямоугольное расположеніе печи въ планѣ считается болѣе выгоднымъ, чѣмъ круглое, такъ какъ движеніе газовъ на прямыхъ участкахъ происходитъ равномѣрнѣе, чѣмъ на кривыхъ. Размѣры камеръ печи не дѣлаются особенно большими, чтобы легче можно было достичь равномѣрнаго обжига. Поперечному сѣченію камеры даютъ не болѣе 12 кв. метр., такъ что при высотѣ ея для удобства погрузки до $2^1/2$ мет. ширина получается около 5 метр. Около Петербурга строятся печи шириной въ 14 фут. и длиной 23 фут. Съ увеличеніемъ числа камеръ увеличивается равномѣрность дѣйствія печи, но также и стоимость ея. Въ началѣ дѣйствія печи, когда она еще недостаточно прогрѣлась и тяга слаба, загрузка и обжигъ первыхъ 2—3 камеръ производится при посредствѣ очелковъ, какъ при обыкновенныхъ печахъ, и только потомъ чрезъ верхнія топочныя отверстія, когда начнетъ загораться въ шахтахъ топливо.

Печь на 20 тыс. кирпича (въ каждой изъ 16 камеръ) стоитъ 25 тыс. рублей и беретъ на 1.000 кирпича въ среднемъ 10 пуд. угля, давая экономіи около 50% противъ кассельской печи и 70% противъ напольной. Вслѣдствіе сложности и затруднительности движенія газовъ высота трубы выходитъ сравнительно большой и доходитъ до 30 метр.

Къ *достоинствамъ* кольцевыхъ печей кромѣ экономичности ихъ и довольно равномѣрнаго для обыкновеннаго кирпича обжига относится также возможность сжиганія въ нихъ всякаго рода топлива и въ особенности угольной мелочи.

Къ *недостаткамъ* слѣдуетъ отнести высокую первоначальную стоимость устройства, трудность регулировки вслѣдствіе зависимости всѣхъ камеръ между собой, и недостаточную для гончарнаго производства равномѣрность обжига; кромѣ того—полученіе на фабрикатѣ пятенъ отъ осажденія паровъ воды совмѣстно съ золой при встрѣчѣ продуктами горѣнія холоднаго сырца [1]).

Существуютъ также *полукольцевыя печи* и *канальныя* (съ подвижнымъ фабрикатомъ).

Другіе виды кирпича.

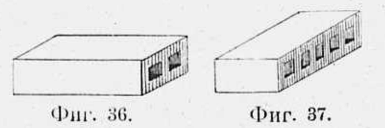
Кромѣ обыкновеннаго стѣнного кирпича изготовляютъ еще слѣдующіе сорта его, примѣнительно къ спеціальнымъ требованіямъ при устройствѣ различныхъ частей сооруженій.

1) **Пустотѣлый кирпичъ**, съ пустотами въ видѣ каналовъ для

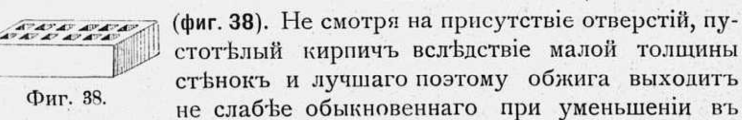
[1]) Этотъ недостатокъ ведетъ къ тому, что осѣвшая зола при обжигѣ соединяется съ глиной, обезображивая кирпичъ и дѣлая его менѣе прочнымъ. Для уничтоженія послѣдняго посаженный сырецъ предварительно прогрѣвается горячимъ воздухомъ, взятымъ изъ отдѣленій, наполненныхъ обожженнымъ уже кирпичемъ. Это достигается при посредствѣ особаго канала F (фиг. 34), который можетъ быть соединенъ съ любой камерой, и перекидныхъ желѣзныхъ рукавовъ, служащихъ для сокращенія пути движенію согрѣтаго воздуха. Однако, это приспособленіе удорожаетъ устройство печи и усложняетъ обращеніе съ ней. Къ недостаткамъ кольцевыхъ печей слѣдуетъ отнести также неравномѣрность дѣйствія ея по вертикальному направленію: тогда какъ притекающій къ камерѣ обжига холодный воздухъ стелется преимущественно понизу, уходящіе отсюда продукты горѣнія, напротивъ, идутъ верхомъ.

уменьшенія вѣса и теплопроводности. Въ видахъ достиженія послѣдняго желательно увеличеніе числа каналовъ и уменьшеніе размѣровъ ихъ, однако для удобства формовки не менѣе $1\frac{1}{2}$ сант. при толщинѣ наружныхъ стѣнокъ для крѣпости не менѣе 2 сант. и внутреннихъ $1\frac{1}{2}$ сант.

Каналы располагаются въ одинъ или два ряда и такимъ образомъ (**фиг. 36 и 37**), чтобы въ кладкѣ не выходили на лицо стѣны. Въ угловыхъ кирпичахъ съ тою же цѣлью они оставляются чаще по высотѣ (**фиг. 38**). Не смотря на присутствіе отверстій, пустотѣлый кирпичъ вслѣдствіе малой толщины стѣнокъ и лучшаго поэтому обжига выходитъ не слабѣе обыкновеннаго при уменьшеніи въ вѣсѣ до $^2/_3$ отъ послѣдняго. Онъ примѣняется для устройства легкихъ сводовъ, стѣнокъ, каналовъ, висячихъ частей зданій и фахверковой кладки.

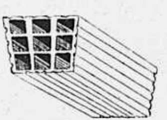


Фиг. 36. Фиг. 37.



Фиг. 38.

Аналогичнаго характера пустотѣлый камень (фиг. 39) употребляется въ Америкѣ для устройства плоскихъ сводиковъ между балками и защиты желѣзныхъ колоннъ и прогоновъ отъ дѣйствія огня во время пожара.



Фиг. 39.

Формовка пустотѣлаго кирпича производится чаще ленточными машинами при посредствѣ особаго вида мундштуковъ.

2) **Пористый кирпичъ** того же назначенія, что и предыдущій. Для образованія поръ примѣшиваются такія рыхлыя вещества, какъ инфузорная земля, или такія, какъ опилки, солома, древесный уголь и коксъ, которыя послѣ выгоранія при обжигѣ оставляютъ пустоты. Получается болѣе легкій (до $^1/_4$ отъ обыкновеннаго), сильно пористый, но поэтому и болѣе слабый продуктъ, часто съ невполнѣ правильными кромками и углами, плохо сопротивляющійся вывѣтриванію. Примѣшиваніе указанныхъ веществъ сильно затрудняетъ также и полученіе однороднаго тѣста.

3) **Лекальный кирпичъ** различной формы, идущій для облицовки фасадовъ и кладки сводовъ. Приготовленіе этого издѣлія обусловлено трудностью подтески обыкновеннаго кирпича и желаніемъ сохранить его наружную оболочку, отличающуюся большей крѣпостью и прочностью.

Заграницей для облегченія фабрикаціи и пользованія этимъ

кирпичемъ установлено извѣстное количество наиболѣе распространенныхъ нормальныхъ его типовъ [1]).

4) **Подовый кирпичъ**, въ 5—6 верш. въ квадратѣ и 1—$1\frac{1}{2}$ верш. толщиной, употребляющійся въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ для выстилки пода хлѣбопекарныхъ печей. Примѣненіе его было вызвано желаніемъ уменьшить число швовъ, что не имѣетъ, однако, такого значенія, чтобы фабриковать особый кирпичъ.

5) *Саманный кирпичъ*, представляющій необожженный сырецъ, и потому сравнительно слабый. Для увеличенія крѣпости къ глинѣ примѣшиваютъ солому, очески и пометъ животныхъ, а при большой тощести ея еще около 5% извести. Этотъ кирпичъ иногда дѣлаютъ нѣсколько больше обыкновеннаго ($8 \times 4 \times 2$ верш.).

Онъ употребляется преимущественно въ умѣренномъ климатѣ для временныхъ, сельскихъ и хозяйственныхъ построекъ. Лучшими качествами саманный кирпичъ обладаетъ въ тѣхъ мѣстностяхъ, гдѣ приготовляется изъ лёсса.

Испытаніе и пріемка кирпича.

При пріемкѣ стѣнного кирпича обыкновенно ограничиваются наружнымъ его осмотромъ, имѣя въ виду слѣдующее.

1) **Правильность формы.** Ребра и углы должны быть въ общемъ по возможности прямые, не оплывшіе, съ искривленіями, во всякомъ случаѣ не выходящими изъ предѣловъ толщины шва.

2) **Размѣры** не должны замѣтно уклоняться отъ установленныхъ. Однако какъ „маломѣрный“, такъ и слишкомъ большой кирпичъ могутъ быть приняты на постройку при остальныхъ удовлетворительныхъ качествахъ, если только части сооруженія, напримѣръ, толщина стѣнъ, могутъ быть выполнены и при этомъ кирпичѣ.

3) **Шероховатость** наружныхъ граней, особенно важную при известковомъ растворѣ. Остеклованныя поверхности могутъ быть допущены только при цементномъ растворѣ.

4) **Надлежащій обжигъ.** Нормально обожженный кирпичъ при ударѣ издаетъ чистый звукъ и въ изломѣ при нажатіи рукой не заключаетъ легко отдѣляющихся частицъ. Прилипаніе къ языку служитъ показателемъ недожега, остеклованная же поверхность пережога. Кромѣ того слабо обожженный кирпичъ нѣсколько размягчается въ водѣ.

[1]) Часто для полученія болѣе тонкихъ швовъ на фасадѣ толщину облицовочнаго кирпича дѣлаютъ нѣсколько большей, чѣмъ при обыкновенномъ.

Цвѣтъ имѣетъ лишь относительное значеніе и зависитъ не только отъ температуры обжига, но и отъ состава глины. Однако, при наиболѣе распространенныхъ кирпичныхъ глинахъ *алый* цвѣтъ является часто признакомъ недожега, *красный*—нормальнаго обжига и *черноватый*—пережога (*желѣзнякъ*).

Алый кирпичъ можетъ быть употребляемъ только на внутреннія и при томъ слабо нагруженныя части сооруженія [1]).

Желѣзнякъ, какъ отличающійся наибольшею крѣпостью и прочностью, въ особенности по отношенію къ влажности, идетъ иногда на фундаменты и вообще на такія части сооруженія, которыя подвержены сырости.

5) **Строеніе кирпича** должно быть однороднымъ, безъ крупныхъ включеній и ясно выраженной слоистости, что легко узнается пробнымъ ударомъ молотка, который долженъ откалывать кирпичъ лишь въ намѣченномъ направленіи. Обыкновенно машинный кирпичъ, хотя нѣсколько и плотнѣе ручного, но часто имѣетъ сферическую слоеватость.

6) **Присутствіе извести.** Крупныя включенія извести легко различаются простымъ глазомъ по бѣлому ихъ цвѣту. Практически они должны быть признаны вредными въ такомъ количествѣ, если при гашеніи въ присутствіи влажности могутъ разрушать самый кирпичъ. Для выясненія дѣйствія какъ этихъ включеній, такъ и малозамѣтной порошкообразной извести облитые водой пробные кирпичи оставляются подъ наблюденіемъ на болѣе или менѣе продолжительное время.

Иногда для неособенно значительныхъ построекъ завѣдомо содержащій известь кирпичъ держатъ подъ открытымъ небомъ въ теченіе года, и затѣмъ отбираютъ лопнувшіе кирпичи [2]).

7) **Пористость** кирпича, опредѣлямую вѣсомъ поглощаемой воды по отношенію къ вѣсу самаго кирпича. Она не должна превосходить 20% [3]).

На *практикѣ* по экономическимъ соображеніямъ и за недостаткомъ хорошаго фабриката частью указанныхъ трѣбованій приходится поступаться, сообразно съ характеромъ постройки,

---

1) Не слѣдуетъ безусловно употреблять алый кирпичъ на печныхъ и аналогичныхъ работахъ.

2) Для ускоренія такой пробы и устраненія избытка воды, который можетъ способствовать выдавливанію тѣста, подвергаютъ въ теченіе 3 часовъ испытываемый кирпичъ дѣйствію пара подъ давленіемъ въ $1^1/_4$ атмосф., послѣ чего его разматриваютъ съ помощью лупы. Для болѣе точнаго опредѣленія присутствія въ кирпичѣ извести, гипса, сѣрнаго колчедана и др. вредныхъ примѣсей прибѣгаютъ къ химическому анализу.

3) Объемная пористость выходитъ при этомъ отъ 30 до 40% въ зависимости отъ плотности. Иногда, въ особенности для облицовочнаго кирпича, этотъ предѣлъ понижаютъ съ 20 до 15 и даже 10% по вѣсу.

однако *недожега и присутствія свободной извести не слѣдуетъ допускать ни коимъ образомъ.*

Въ случаяхъ, особенно важныхъ, опредѣляютъ кромѣ того:

a) ***Крѣпость*** кирпича на раздавливаніе, которая *не должна быть менѣе 30 пуд. на кв. дм.*, (75 килогр. на кв. сант.). При этомъ запасъ крѣпости принимаютъ въ $^1/_{10}$—$^1/_{20}$ указаннаго [1]).

b) ***Сопротивленіе на замораживаніе***, которое производится преимущественно для облицовочнаго кирпича. Принимаютъ, что при пористости менѣе 4% (по вѣсу) испытаніе на замораживаніе излишне [2]).

c) ***Растворимыя соли***, особенно вредныя для облицовочнаго кирпича, такъ какъ онѣ портятъ внѣшній его видъ и способствуютъ вывѣтриванію.

На работахъ кирпичъ принимается *тысячами* и для ускоренія укладывается *парами* въ клѣтки по 250 штукъ (25 рядовъ по 10 кирпичей въ каждомъ). Для удобства счета тѣсно поставленныхъ клѣтокъ, надъ каждой изъ нихъ поднимается кирпичъ стоймя или „попъ". Желѣзнякъ и алый кирпичъ отбирается и укладывается отдѣльно.

Половнякъ или кирпичъ, разбитый пополамъ, принимается кубической мѣрой и въ общей массѣ кирпича допускается въ количествѣ до 5%. Принятыя клѣтки отмѣчаются обыкновенно известкой.

---

1) По нашему урочному положенію (§ 15) для высокихъ зданій кирпичъ не долженъ раздробляться при давленіи 28 пуд. на кв. дм. Однако, по даннымъ мех. лабораторіи Инст. Инж. Пут. Сообщ. въ среднемъ для 22 нашихъ заводовъ оно получилось въ 68 пуд. (меньшее 33 и большее 164 пуд.). По германскимъ нормамъ эта величина принимается въ 48 пуд., но въ дѣйствительности доходитъ теперь обыкновенно до 80, а иногда и до 160 пуд. Кромѣ того, по опытамъ той-же лабораторіи оказалось, что сопротивленіе вырѣзанныхъ изъ кирпича кубиковъ замѣтно получается меньше, чѣмъ для цѣльныхъ кирпичей, что подтверждаетъ существованіе снаружи кирпича болѣе крѣпкой корочки. Алый кирпичъ разрушался при 33 пуд. на кв. дм., полукрасный—47 пуд., англійскій огнеупорный—100 пуд., желѣзнякъ—166 пуд., опилочный—14 пуд. и сырецъ (1 случай) далъ $^1/_4$ отъ величины для краснаго кирпича того же завода.

Средняя величина *насыщенія водой* по вѣсу получилась для алаго—22%, краснаго—17% и желѣзняка 12%.

2) По опытамъ Баушингера надъ нѣмецкимъ кирпичемъ въ 1889 г. иногда не выдерживали замораживанія такіе кирпичи, которые по своимъ свойствамъ должны быть отнесены къ нормальнымъ. Такъ, не выдержалъ машинный стѣнной кирпичъ средняго обжига съ уд. вѣсомъ 1,71 и 30% объемной пористости (около 18% вѣсовой) и съ сопротивленіемъ 40 пуд. на кв. дм.; также—машинный сильнаго обжига съ 15% об. пористости и сопротивленіемъ въ 160 пуд., тогда какъ средняго обжига машинный кирпичъ съ уд. вѣс. 1,62 и сопротивленіемъ въ 43 пуд. выдержалъ замораживаніе. Впрочемъ, не указывается причинъ этой аномаліи, а также не было ли присутствія въ кирпичахъ извести. Насыщенный водой кирпичъ, не ниже средняго обжига, терялъ въ своей крѣпости въ среднемъ для 5 случаевъ—15%.

Нужно думать, что на сопротивленіе замораживанію должна сильно вліять неоднородность структуры и аналогичныя обстоятельства.

Огнеупорныя глиняныя издѣлія.

Эти издѣлія формуются изъ специальной *огнеупорной* глины, содержащей незначительное лишь количество окисловъ металловъ и потому плавящейся при болѣе высокой температурѣ (выше 1200° С). Для достиженія пористости и неизмѣняемости прибавляютъ отощающія вещества въ видѣ *песка* или *шамотты*, при чемъ послѣднюю для полученія особенно огнеупорныхъ издѣлій.

Шамотта представляетъ хорошо обожженную и потомъ грубо измельченную глину требуемой огнеупорности. Часто ее приготовляютъ искусственно, формуя въ видѣ комковъ, но иногда пользуются обломками огнеупорныхъ тиглей и другихъ издѣлій [1].

Формовка огнеупорныхъ издѣлій для большей тщательности производится въ ручную въ донныхъ формахъ.

Огнеупорныя издѣлія чаще *обжигаются* въ купольныхъ и кассельскихъ печахъ, дающихъ равномѣрный обжигъ и допускающихъ надлежащую регулировку.

Огнеупорный кирпичъ для лучшаго обжига дѣлается нѣсколько тоньше обыкновеннаго и чаще имѣетъ размѣры $9 \times 4^1/_2 \times 2^1/_2$ дм., хотя это нѣсколько и затрудняетъ перевязку его съ обыкновеннымъ. Для кладки сводовъ безъ притески имѣется *лекальный* кирпичъ, для тонкихъ же преградокъ особый сортъ въ $1^1/_2$ дм. толщиной, неправильно иногда называемый клинкеромъ.

У насъ примѣняются настоящій *англійскій* кирпичъ, *шведскій* (гегенасъ), *гжельскій*, *харьковскій* и *боровичскій*, не уступающій англійскому. Огнеупорный кирпичъ идетъ на облицовку топокъ паровыхъ котловъ, металлургическихъ печей, горновъ, фабричныхъ трубъ, а иногда и топокъ комнатныхъ печей.

Гончарныя издѣлія.

Будучи часто довольно сложной формы, гончарныя издѣлія требуютъ болѣе пластичнаго тѣста, для полученія же ровнаго, красиваго цвѣта—малаго содержанія растворимыхъ солей и равномѣр-

[1]) „Огнеупорность“ не представляетъ еще вполнѣ установившагося термина. Иногда, какъ сдѣлано и въ этомъ курсѣ, отличаютъ „огнестойкость“, т. е. устойчивость издѣлія при быстромъ нагрѣваніи независимо отъ измѣненій въ составѣ, каковая соединена съ пористостью и мелкозернистостью. Подъ огнеупорностью же чаще подразумѣваютъ трудноплавкость и неизмѣняемость самого вещества, связанныхъ съ составомъ его, какъ въ огнеупорной глинѣ. Когда же говорятъ объ огнеупорности глиняныхъ издѣлій, имѣютъ въ виду оба эти свойства, что можно было бы обозначить общимъ терминомъ „огнепостоянство“. Огнестойкость часто требуетъ такихъ свойствъ, которыя способствуютъ дѣйствію шлаковъ, понижающихъ огнеупорность. Такъ, крупный песокъ ухудшаетъ огнестойкость, но затрудняетъ впитываніе шлаковъ. Шамотта удовлетворяетъ обѣимъ условіямъ. На кварцевые камни особенно сильно дѣйствуютъ основные шлаки.

наго обжига. Такъ какъ болѣе пластичное и жирное тѣсто вообще при высушиваніи легче можетъ трескаться, то принимаются спеціальныя мѣры противъ дѣйствія усушки. Фабрикатъ дѣлается потоньше и по возможности равной толщины, выдающіяся же части прикрываются мокрой бумагой или особой массой.

Формовка производится въ смазанныхъ масломъ металлическихъ или гипсовыхъ формахъ [1]).

Въ виду важности равномѣрнаго *обжига* пользуются преимущественно кассельской и купольной печью и газовымъ или съ длиннымъ пламенемъ топливомъ (дрова, жирный каменный уголь).

Для полученія надлежащаго вида и уничтоженія поверхностной пористости гончарныя издѣлія часто *ангобируются* и покрываются *глазурью*. Первое состоитъ въ наложеніи на фабрикатъ слоя спеціальнаго сорта и цвѣта глины, второе въ покрытіи издѣлія особой сплавленной пленкой. Обѣ эти части должны соединиться съ фабрикатомъ и имѣть близкіе съ нимъ коэффиценты расширенія [2]).

Различаютъ слѣдующіе сорта гончарныхъ издѣлій.

1) **Клинкеръ.** Это очень плотный и прочный искусственный камень вполнѣ правильнаго вида, достигающій значительной крѣпости.

Для полученія большой плотности масса его составляется такимъ образомъ, чтобы глина въ обожженномъ состояніи *вполнѣ заполнила промежутки* между частицами отощающагося вещества (песка или шамотты). Примѣняется чаще огнеупорная глина, какъ болѣе чистая и дающая поэтому болѣе прочный матеріалъ (съ примѣсью желѣза для тугоплавкости). Обжигъ долженъ производиться настолько сильно (почти до плавленія), чтобы частицы получше сцементировались между собой, но въ то же время и весьма *равномѣрно*, иначе можетъ получиться измѣненіе формы или недостаточно плотный и крѣпкій фабрикатъ.

[1]) Для уменьшенія выступанія на поверхности растворимыхъ солей рекомендуется, напротивъ, болѣе скорая сушка (тощее тѣсто или влажная прессовка) и при болѣе низкой температурѣ, при которой растворимость солей вообще уменьшается. Гипсовая формовка неудобна только тѣмъ, что выдерживаетъ всего до 300—400 прессованій.

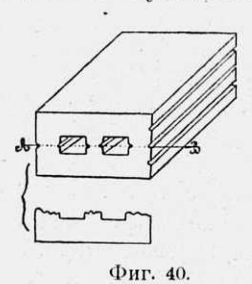
[2]) Полива вообще состоитъ въ полученіи на поверхности тонкой пленки изъ особыхъ плавней: глета, соды, буры, къ которымъ для окраски примѣшиваются окислы различныхъ металловъ. Она тонко измельчается и наносится съ водой на издѣліе.

Соляная глазурь производится бросаніемъ въ печь во время полнаго жара (до 1200° С) поваренной соли, которая въ присутствіи водяныхъ паровъ даетъ ѣдкій натръ, образующій съ глиной легкоплавкій силикатъ натрія. Полученіе темнаго цвѣта или копченіе достигается подбрасываніемъ коптящаго топлива при уменьшенномъ доступѣ воздуха (возстановительное пламя). Соляная глазурь образуется такимъ образомъ за счетъ вещества самого издѣлія и потому гораздо лучше держится чѣмъ полива.

Клинкеръ примѣняется въ настоящее время въ видѣ мостовыхъ и половыхъ плитокъ (метлахскія въ Германіи, харьковскія у насъ), керамиковыхъ трубъ и клинкернаго кирпича, отличающагося отъ обыкновеннаго нѣсколько меньшими размѣрами и болѣе значительною крѣпостью [1]). Плитки обыкновенно приготовляются шестиугольной или квадратной формы со скошенными углами для уменьшенія выкрашиванія, между которыми вставляются небольшія квадратики.

2) **Терракотту** въ видѣ орнаментовъ, колоннокъ, статуетокъ и другихъ издѣлій сложной формы и красиваго ровнаго цвѣта. При фабрикаціи требуется особенно чистая и пластичная глина и равномѣрный обжигъ.

Сюда можетъ быть также отнесенъ лучшій сортъ *облицовочнаго* матеріала въ видѣ небольшихъ плитокъ, выдѣлываемыхъ въ настоящее время въ Германіи и получившихъ распространеніе и у насъ. Пустотѣлые кирпичики (12 × 7 × 4 см.) съ гладкими поверхностями съ обѣихъ сторонъ (**фиг. 40**) на мѣстѣ работъ ударомъ молотка по линіи АВ, назначенной бороздками, раздѣляются пополамъ, отчего у каждой половинки получается изломанная поверхность, хорошо сцѣпляющаяся съ растворомъ. Имѣются также особыя угловыя части. Незначительный вѣсъ матеріала удешевляетъ производство и доставку его.



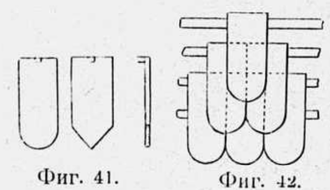
Фиг. 40.

3) **Черепицы.** Назначаемыя для устройства кровель, онѣ должны отличаться наибольшей прочностью при надлежащей крѣпости и наименьшемъ вѣсѣ. Соединеніе же отдѣльныхъ черепицъ между собой должно быть настолько плотнымъ, чтобы дождь и снѣгъ не проникали подъ кровлю.

Различаются слѣдующіе виды черепицы:

a) *Плоская* (**фиг. 41**) съ выступомъ для удержанія на обрѣшеткѣ, укладываемая чаще въ два слоя для перекрытія сопряженій (**фиг. 42**).

b) *Желобчатая* или римская (**фиг. 44**), которая располагается поперемѣнно выпуклыми и вогнутыми рядами въ закрой (**фиг. 43**) и преимущественно на растворѣ.

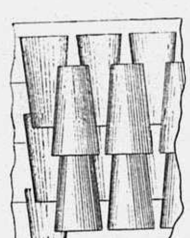


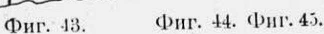
Фиг. 41. Фиг. 42.

[1]) По даннымъ Ольшевскаго, лучшіе сорта клинкера, фабрикуемые для мостового камня, съ пористостью менѣе единицы, даютъ раздробленіе лишь при 3.000 кил. на кв. сант.

c) *Голландская* (**фиг. 45**) въ видѣ двухъ соединенныхъ вмѣстѣ желобчатыхъ. Укрѣпляется на обрѣшеткѣ также при посредствѣ выступа.

d) *Фальцевая*, въ простѣйшемъ видѣ представленная на **фиг. 46**. При болѣе сложномъ и совершенномъ устройствѣ (фиг. 47) фалецъ оставляется не только для соединенія отдѣльныхъ черепицъ, но также и рядовъ между собой. Простѣйшаго вида фальцевая черепица можетъ формоваться на ленточныхъ машинахъ съ спеціальнымъ выдавливаніемъ выступа С, но чаще такъ же, какъ и остальные виды черепицъ, вырабатывается въ спеціальныхъ формахъ въ ручную или особыми прессами.

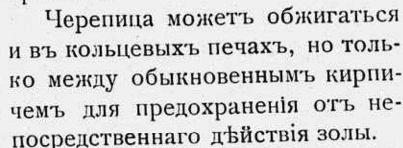




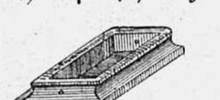
Фиг. 43. Фиг. 44. Фиг. 45.

Фиг. 46. Фиг. 47.

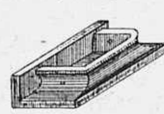
Черепица можетъ обжигаться и въ кольцевыхъ печахъ, но только между обыкновеннымъ кирпичемъ для предохраненія отъ непосредственнаго дѣйствія золы.



4) **Изразцы,** идущіе преимущественно на облицевку печей. Они бываютъ съ рюмкой (**фиг. 48**) или безъ нея. Послѣдніе рѣже примѣняются на практикѣ. Рюмка назначается для удобства соединенія изразцовъ какъ между собой, такъ и съ кладкой. Имѣются изразцы угловые (**фиг. 49**), карнизные (**фиг. 50**), круглые и другіе, смотря по характеру печи. Изразцы оставляются чистыми, или покрываются различнаго цвѣта *поливой*. Нормально они бываютъ *ординарные* (около 6×4 верш.) и *полуторные* (около 6×9 верш.), но по мѣсту изготовленія встрѣчаются и нѣсколько иныхъ размѣровъ.



Фиг. 48.



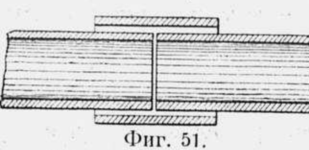
Фиг. 49.

Фиг. 50.

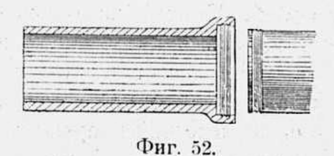
При *фабрикаціи* изразцовъ принимаются особыя мѣры, чтобы получить ихъ дѣйствительно прямыми, для чего послѣ просушки они „выправляются“ строганіемъ. Формовка пластинки производится отдѣльно, рюмка же примазывается потомъ отъ руки.

5) **Гончарныя трубы:**

a) *Дренажныя*, соединяемыя обыкновенно отдѣльными муфтами (**фиг. 51**), длиной 1—2½ фут. и внутреннимъ діаметромъ 1—7 дм. Въ видахъ дешевизны онѣ иногда слабо обжигаются, но тогда и служатъ неособенно долго.


Фиг. 51.

b) *Керамиковыя* (штейгнутовыя), приготовленныя для большей прочности изъ огнеупорной глины и часто покрываемыя соляной глазурью. Онѣ дѣлаются съ раструбами (**фиг. 52**), діаметромъ до 32 дм. и длиной около 1 арш., и находятъ большое примѣненіе для устройства уличной и домовой канализаціи.


Фиг. 52.

Формовку трубъ производятъ въ ручную, раскатывая тонкій пластъ изъ глины, срѣзая его по краю наискосокъ и заворачивая вокругъ деревянной скалки, а также выдавливаніемъ прессами или обжиманіемъ на особыхъ вращающихся кругахъ (для малыхъ размѣровъ) подобно тому, какъ это дѣлается при приготовленіи посуды.

6) **Горшки** или гончары конической формы съ желобками по наружной поверхности, употреблявшіеся прежде для кладки сводовъ. Теперь они замѣняются пустотѣлымъ кирпичемъ, легко формуемымъ машиннымъ способомъ.

Пріемка такъ же, какъ и испытаніе гончарныхъ издѣлій, производится значительно строже, чѣмъ обыкновеннаго кирпича. Особенное вниманіе обращаютъ на надлежащій *обжигъ* и *плотность* (пористость), которая вообще не должна превосходить 4% по вѣсу; впрочемъ, у насъ попадаются издѣлія и съ 10%. Черепица испытывается сверхъ того на изломъ, а трубы, въ особенности керамиковыя, на давленіе гидравлическимъ способомъ.

Вяжущія вещества и растворы.

Классификація ихъ. Для соединенія въ кладкѣ отдѣльныхъ камней между собой пользуются особымъ *вяжущимъ веществомъ*, которое по своимъ свойствамъ должно отвѣчать условіямъ кладки сооруженія и обладать достаточной крѣпостью и прочностью.

Вяжущія вещества употребляются замѣшанными съ водой въ видѣ такъ называемыхъ *растворовъ*, которая прибавляется для достиженія большей подвижности, уплотненія ихъ при высыханіи,

а также для увеличенія крѣпости путемъ различныхъ химическихъ процессовъ.

По своему характеру, *твердѣніе* растворовъ бываетъ:

1) *Физическое* вслѣдствіе высыханія, напримѣръ, въ глиняныхъ растворахъ.

2) *Химическое*, какъ въ гипсѣ и цементахъ, вслѣдствіе измѣненія химическаго состава.

Есть растворы, напримѣръ, известковый, которые затвердѣваютъ подъ вліяніемъ тѣхъ и другихъ причинъ.

Растворы, твердѣющіе на воздухѣ, называются *воздушными*, въ отличіе отъ *гидравлическихъ*, твердѣющихъ подъ водой.

Воздушная известь.

Примѣненіе извести въ видѣ растворовъ основано на томъ, что послѣ обжига и гашенія съ водой известь распадается на мельчайшія частицы, дающія пластичное липкое тѣсто, затвердѣвающее при высыханіи.

Обжигъ извести.

Выдѣленіе изъ углекислаго кальція углекислоты начинается уже при 400° C, полное же распаденіе его

$$CaCO_3 = CaO + CO_2$$

происходитъ по Лешателье около 820° C, т. е. при красномъ каленіи. Практически, при обжигѣ известняковъ приходится поднимать температуру до 1000—1200° C какъ для ускоренія процесса, такъ и для облегченія выхода газа изъ болѣе крупныхъ кусковъ.

Полученная безводная окись кальція (CaO) носитъ названіе *кипѣлки* или негашенной извести.

Принявъ во вниманіе пайные вѣса данныхъ тѣлъ, найдемъ, что *чистые* известняки могутъ дать по *вѣсу* около 56% кипѣлки, съ примѣсями же—больше, при чемъ известь съ „выходомъ“ выше 70% признается негодной для растворовъ. Хорошая, такъ называемая, *жирная* известь получается изъ сравнительно чистыхъ известняковъ съ количествомъ постороннихъ примѣсей не болѣе 10%, *тощая*—не болѣе 20%. По *объему* „усадка“ доходитъ въ среднемъ до 10%.

Примѣсь *кремнезема* и *глинозема* (глинистыя вещества) даже въ небольшихъ количествахъ (до 5%) заставляетъ обжигъ вести очень осторожно при болѣе низкой температурѣ и болѣе продолжительно, чтобы не произвести сплавленія этихъ веществъ съ

известью или „пережога“, негасящагося и дѣлающаго известь болѣе тощею такъ же, какъ и при „недожегѣ“. При содержаніи глины болѣе 5%, слѣдуетъ производить уже особый обжигъ, какъ для гидравлическихъ известей [1]).

Для *обжига* идутъ преимущественно грубые известняки. Мраморы представляютъ неподходящій матеріалъ какъ по дороговизнѣ, такъ и по трудности выдѣленія CO_2 изъ плотныхъ частей. Мѣлъ не имѣетъ послѣдняго неудобства, но по слабости своихъ кусковъ заставляетъ прибѣгать къ особымъ вращающимся печамъ (въ г. Баку).

Печи, примѣняемыя для полученія извести, бываютъ *временныя* или напольныя, складываемыя изъ самого известняка и весьма распространенныя у насъ, и *постоянныя*—съ кирпичными стѣнами. Послѣднія раздѣляются на *періодическія* и *непрерывно-дѣйствующія*, употребляемыя преимущественно заграницей.

Топливомъ служитъ каменный уголь, дрова, торфъ, хворостъ, смотря по мѣстнымъ условіямъ. Хотя такое топливо „съ длиннымъ пламенемъ“, какъ дрова, и даетъ возможность обжечь известнякъ довольно толстымъ слоемъ изъ общей топки, но перекладываніе продукта горючимъ матеріаломъ способствуетъ еще болѣе равномѣрному его обжигу. Однако, совмѣстное нахожденіе извести и топлива ведетъ къ загрязненію ея и сплавленію съ золой въ видѣ „пережога“; кромѣ того такіе неплотные виды топлива, какъ торфъ и дрова, могутъ давать сильную осадку обжигаемаго продукта, почему предпочитаютъ не помѣщать подобного топлива слоями, а сжигать въ особыхъ топкахъ. Для тѣхъ же видовъ, которые горятъ съ „малымъ пламенемъ“, прокладываніе его между слоями обжигаемаго камня является неизбѣжнымъ.

Известнякъ складывается въ печахъ по возможности въ видѣ небольшихъ кусковъ (около 4 дм.) съ помѣщеніемъ болѣе крупныхъ изъ нихъ ближе къ топкѣ и къ серединѣ печи, гдѣ температура выше. При расположеніи въ перемѣшку съ известнякомъ толщину

[1]) Присутствіе въ известнякахъ *углекислаго магнія* ($MgCO_3$) особенно нежелательно, такъ какъ хотя онъ и выдѣляетъ CO_2 при болѣе низкой температурѣ, но окись магнія (MgO) требуетъ для своего гашенія значительно большаго времени, почему можетъ догашиваться въ кладкѣ. Медленно гасящійся продуктъ „пережогъ“ получается также при сравнительно чистыхъ известнякахъ, но съ слишкомъ высокой температурой обжига (около 1500—1600° C). Для уменьшенія пережога въ нижнихъ частяхъ печи, а также ускоренія самаго процесса обжига служитъ введеніе водяного пара (печь Пето), получаемаго подъ колосниками и способствующаго выдѣленію CO_2. Предлагавшаяся прежде топка сырыми дровами, вредная уже сама по себѣ въ экономическомъ отношеніи вслѣдствіе затраты тепла на испареніе большого количества воды, потому еще нераціональна, что вводитъ паръ въ началѣ обжига, тогда какъ это слѣдуетъ дѣлать по раскаленіи продукта. По этой же причинѣ скорѣе обжигается свѣжевыломанная порода, чѣмъ лежалая.

слоевъ топлива обыкновенно сохраняютъ постоянной, ряды же камня постепенно увеличиваются кверху съ 6 до 12 дм., такъ какъ въ обжигѣ верхнихъ, участвуетъ тепло и нижнихъ. Толщина топлива въ послѣднихъ, смотря по качеству, составляетъ около $^1/_3$—$^1/_6$ отъ толщины известняка.

При *періодическомъ* обжигѣ независимо отъ конструкціи печи, известнякъ сначала *высушивается* по возможности медленно для того, чтобы не растрескались куски и не засорились промежутки. Потомъ происходитъ самый обжигъ, который при самыхъ благопріятныхъ условіяхъ продолжается не менѣе $1^1/_2$ сутокъ, обыкновенно же 3—6 дня, послѣ чего въ теченіе 2—3 дней продуктъ охлаждаютъ. О *готовности* извести судятъ по свѣтлокрасному накаливанію верхнихъ слоевъ, усадкѣ продукта, уменьшенію въ вѣсѣ и характерному измѣненію наружнаго вида камней, на что, конечно, требуется извѣстная сноровка. Кромѣ того, пробное гашеніе водой и дѣйствіе кислотами можетъ указать на присутствіе недостаточно еще обожженныхъ частицъ [1]).

Напольныя печи.

1) **Для топлива съ длиннымъ пламенемъ.** На выравненной площадкѣ, обыкновенно въ выемкѣ косогора, сначала изъ болѣе крупныхъ кусковъ складывается 1 или 2 очелка, а потомъ изъ остального известняка и самая печь шириной и высотой отъ $1^1/_2$ до 2 саж. **(фиг. 53)**. Снаружи она обмазывается небольшимъ слоемъ глины съ соломой или хворостомъ, проламываемымъ во время обжига въ надлежащихъ мѣстахъ для регулировки тяги.

2°

Фиг. 53.

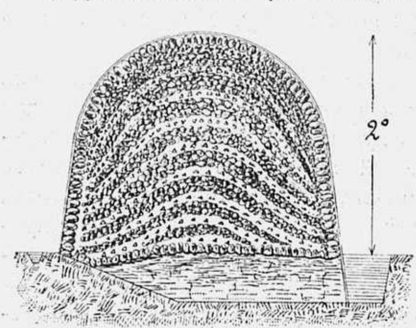
Сначала разводятъ слабый огонь для просушки известняка. Къ концу этого періода исчезаетъ копоть на камняхъ, образовавшаяся вслѣдствіе неполнаго сгоранія топлива, и дымъ дѣлается едва замѣтнымъ. Потомъ разводятъ сильный огонь вплоть до конца обжига.

Эти печи требуютъ много дровъ и даютъ большой процентъ пережога и недожега. Обыкновенно недожженные камни идутъ

[1]) Постоянныя печи обыкновенно складываются съ круглымъ поперечнымъ сѣченіемъ для уменьшенія охлажденія печи и облегченія осѣданія извести и чаще элиптической профили. Съ тою же цѣлью онѣ прислоняются къ косогорамъ, углубляются въ землю и снабжаются прослойками, наполненными золой и другими дурнопроводящими тепло веществами. Для правильности топки онѣ защищаются отъ вѣтра навѣсами и щитами. Части печей съ тонкими стѣнками скрѣпляются желѣзными связями.

вторично въ обжигъ, а пережженные — бросаются или употребляются на кладку очелковъ [1]).

2) **Для топлива съ короткимъ пламенемъ.** Печь устраивается аналогичнымъ образомъ (**фиг. 54**) со сводикомъ надъ общимъ очелкомъ, но съ прокладкою топлива слоями. Толщину каждаго слоя известняка нѣсколько уменьшаютъ къ наружной поверхности какъ для большой устойчивости печи, такъ и вслѣдствіе большаго охлажденія этихъ частей. Снаружи печь также обмазывается глиной.



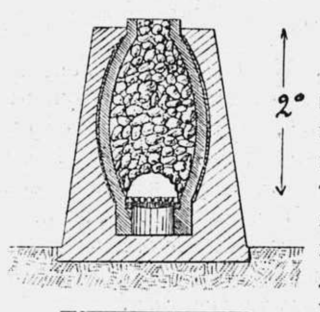
Фиг. 54.

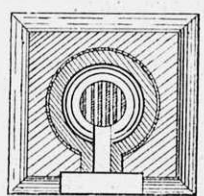
Эти печи весьма распространены въ Шотландіи, Бельгіи, у насъ въ Туркестанѣ и на югѣ Россіи.



Постоянныя печи.

Періодическія: 1) **Для топлива съ длиннымъ пламенемъ.** Эти печи въ настоящее время дѣлаются чаще вертикальными, какъ дающія наилучшіе результаты. На **фиг. 55** представлена французская печь, отапливаемая преимущественно торфомъ, но годная также для дровъ и каменнаго угля. Камера имѣетъ два съуженія: нижнее для перехода къ рѣшеткѣ, предназначенной для сжиганія топлива, и верхнее, около ½ площади послѣдней, для болѣе равномѣрнаго обжига верхнихъ частей известняка, находящихся подъ дѣйствіемъ уже нѣсколько охладившихся продуктовъ горѣнія. Надъ рѣшеткой камни складываются въ видѣ сводика,

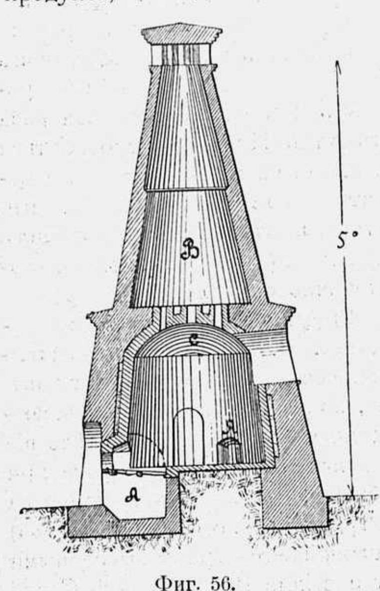




Фиг. 55.

[1]) Въ сѣверныхъ мѣстностяхъ (на р. Тоснѣ близъ Петербурга) устраиваются *пирамидальныя* печи гораздо большихъ размѣровъ (до 150 куб. саж. камня вмѣсто 8—10 куб. саж. въ обыкновенныхъ печахъ) съ нѣсколькими сквозными очелками, какъ при обжигѣ кирпича. Онѣ съ трехъ сторонъ окружаются стѣнами изъ известняка, сложеннаго на глинѣ, представляя поэтому переходъ къ постояннымъ печамъ. Обжигъ производится по частямъ и продолжается отъ 7 до 8 недѣль.

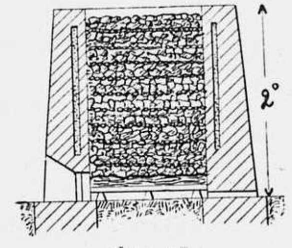
который служитъ для поддержанія остальной загрузки. Иногда, во избѣжаніе устройства каждый разъ сводиковъ изъ обжигаемаго продукта, послѣдніе замѣняются специальной рѣшеткой.



Фиг. 56.

Въ Германіи примѣняется нѣсколько другой типъ (фиг. 56) съ тремя топками A и конической насадкой B для увеличенія тяги. Сводъ C съ отверстіями служитъ для урегулированія движенія продуктовъ горѣнія и уменьшенія потери тепла лучеиспусканіемъ. Надъ рѣшетками камни складываются также въ видѣ сводиковъ.

2) **Для топлива съ короткимъ пламенемъ.** Печь (**фиг. 57**) состоитъ изъ цилиндрической камеры съ нѣсколькими отверстіями для притока воздуха. Внизу противъ топки ставится какая либо рѣшетка или постоянный кирпичный очелокъ съ поперечными щелями сверху для доступа воздуха. Съ той же цѣлью иногда пользуются элипсоидовидной или конической печью въ родѣ той, которая служитъ для непрерывнаго обжига (фиг. 59).

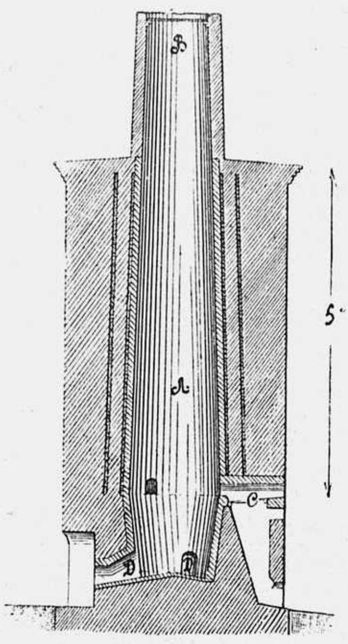


Фиг. 57.

Передъ загрузкой камеры бросаютъ на рѣшетку для растопки хворостъ и на него нѣсколько слоевъ топлива и известняка. Затѣмъ зажигаютъ, и не давая огню сильно разгорѣться, наполняютъ поперемѣнными рядами топлива и камня всю печь.

Непрерывно-дѣйствующія печи: 1) **Для топлива съ большимъ пламенемъ.** Примѣняемая въ настоящее время около Берлина печь состоитъ (**фиг. 58**) изъ камеры A въ видѣ двухъ усѣченныхъ конусовъ, какъ для удобства выгрузки готовой извести, такъ и для облегченія опусканія ея внизъ. Для увеличенія тяги камера сверху снабжена насадкой съ регулирующимъ клапаномъ B. Въ нижней части печи имѣется три топки C съ рѣшетками и три выгребныхъ отверстія D, расположенныхъ въ промежуткахъ между первыми. Загрузочное отверстіе оставляется въ насадкѣ. Снаружи пристраиваются помѣщенія для храненія топлива и извести.

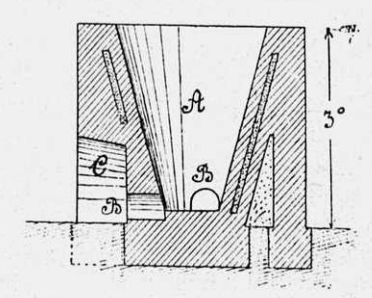
Сначала закладываютъ известнякъ только до высоты рѣшетки и производятъ обжигъ обыкновеннымъ порядкомъ чрезъ отверстія D, потомъ наполняютъ всю шахту и продолжаютъ непрерывный обжигъ при помощи топокъ С, выгребая снизу готовый продуктъ приблизительно два раза въ сутки. Нужно приспособиться жечь столько топлива и выгребать такое количество извести, чтобы продуктъ всегда выходилъ правильно обожженнымъ и достаточно остывшимъ [1]).



Фиг. 58.

2) **Для топлива съ малымъ пламенемъ.** Эти печи устраиваются коническими и элипсоидовидными, во всякомъ случаѣ съуживающимися книзу, какъ вслѣдствіе уменьшенія объема извести при обжигѣ, такъ и для удобства выгребанія ея. Камера А (**фиг. 59**) заканчивается тремя выгребными отверстіями В съ нишами С для облегченія доступа къ нимъ.

Въ нижней части камеры иногда устраивается рѣшетка, облегчающая прониканіе воздуха въ обжигаемый продуктъ. Печь загруждается попеременными слоями топлива и известняка подобно періодической.



Фиг. 59.

Кольцевыя печи, употребляемыя для обжига кирпича, примѣняются также иногда и для обжига извести, только безъ предварительнаго пропусканія воздуха чрезъ обожженный продуктъ, почему экономичность ихъ сравнительно съ кирпичеобжигательными печами нѣсколько понижается [1]).

[1]) При обжигѣ въ непрерывныхъ печахъ не слѣдуетъ допускать временной остановки и охлажденія не вполнѣ еще обожженнаго продукта, такъ какъ замѣченъ тотъ еще не вполнѣ объясненный фактъ, что изъ нагрѣтаго и охлажденнаго известняка гораздо труднѣе бываетъ удалить всю углекислоту.

Сравнивая свойства различныхъ типовъ печей для обжига известей, можно сказать, что самыми выгодными по эксплоатаціи будутъ непрерывно-дѣйствующія печи, особенно съ короткимъ пламенемъ, и невыгодными—напольныя [2]).

Гашеніе извести.

Обожженная известь жадно соединяется съ водой, увеличиваясь въ объемѣ и образуя гидратъ окиси кальція, называемый *ѣдкой* или *гашеной известью*

$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2.$$

При этомъ развивается столь высокая температура (до 300° С), что часть воды обращается въ паръ, который разрываетъ частицы извести и способствуетъ распаденію ея въ тонкій порошокъ или *пушонку*. Съ дальнѣйшимъ прибавленіемъ воды получается такъ называемое *известковое тѣсто*, затѣмъ *известковое молоко* и, наконецъ, при очень большомъ количествѣ воды известь въ растворенномъ состояніи (известковая вода).

Хотя теоретически для обращенія окиси кальція въ гидратъ требуется около 1/3 части воды (по объему), но вслѣдствіе испаренія приходится увеличивать количество ея для гашенія въ порошокъ до 1/2—1 объема и въ тѣсто до 3—4 объемовъ, смотря по чистотѣ извести и условіямъ гашенія [3]).

Такъ какъ по существу гашеніе въ порошокъ не допускаетъ избытка воды, то всегда могутъ оказаться частицы, которыя не успѣютъ погаситься и должны будутъ это сдѣлать въ послѣдствіи въ самой кладкѣ, что можетъ сопровождаться разрушеніемъ по-

[1]) При кольцевыхъ печахъ этого не дѣлаютъ, какъ по стѣсненію движенія воздуха сквозь толщу осѣдающаго и засоряющагося матеріала, такъ и для предупрежденія нѣкотораго гашенія и распаденія продукта. Въ вертикальныхъ же непрерывныхъ печахъ не пользуются въ полной мѣрѣ тепломъ обожженнаго продукта, если топливо сжигается въ особыхъ топкахъ.

[2]) Количество топлива, необходимое для обжига *куб. саж.* известняка будетъ: для напольныхъ печей около 3 куб. саж. дровъ или 0,4 куб. саж. (200 пуд.) каменнаго угля, постоянныхъ—2,25 дровъ или 0,3 кам. угля и непрерывно дѣйствительно съ длиннымъ пламенемъ 1,5—2 дровъ или 0,2—0,28 кам. угля и съ короткимъ—до 0,15 угля. Иногда примѣняютъ газовое и смѣшанное твердое топливо.

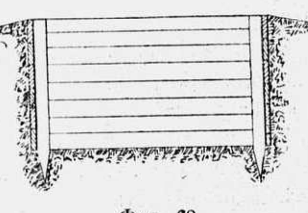
[3]) При нормальной густотѣ известковое тѣсто содержитъ около 50—60% свободной воды, известковое молоко—около 4 частей и известковая вода—около 800 (при комнатной температурѣ).

Выходъ, т. е. увеличеніе въ объемѣ при гашеніи въ тѣсто составляетъ, смотря по густотѣ его, для жирныхъ известей—до 3 объемовъ и среднихъ—до 1,5 (по урочному положенію—до 1,8 и 1,2) и въ порошокъ—до 3.5. Вѣсъ 1 куб. мт. известковаго тѣста колеблется отъ 1200 до 1420 килог. и порошка въ уколоченномъ состояніи—отъ 630 до 930.

слѣдней. Кромѣ того, вслѣдствіе нагрѣванія при гашеніи извести и давленія вышележащей массы, особенно въ высокихъ кучахъ, можетъ происходить „спеканіе" нѣкоторыхъ частицъ ея. Поэтому пушонка обыкновенно не даетъ такого нѣжнаго тѣста, какъ известь, непосредственно погашенная въ тѣсто, что чувствуется даже на ощупь между пальцами. Такъ что, *нормальнымъ способомъ полученія извести должно быть признано гашеніе ея въ тѣсто.*

Естественно, что воду при этомъ слѣдуетъ употреблять *прѣсную* съ наименьшимъ количествомъ солей, выступающихъ потомъ въ видѣ налетовъ наружу.

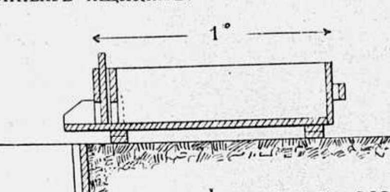
Гашеніе въ тѣсто обыкновенно производится въ особыхъ ямахъ или *творилахъ* около 1 саж. въ квадратѣ и 1/3—1/2 саж. глубиной (**фиг. 60**), обшитыхъ досками только съ боковъ для облегченія просачиванія излишка воды въ землю. Творило тщательно прикрывается досками, а иногда и нѣсколько приподнимается надъ горизонтомъ. Углубленіе творила въ землю примѣняется главнымъ образомъ для облегченія устройства и для удобства выниманія извести.



Фиг. 60.

Кипѣлку накладываютъ въ яму не болѣе, какъ на половину глубины ея, и заливаютъ водой, тщательно перемѣшивая массу и прокалывая образующуюся корку шестами. Для болѣе равномѣрнаго гашенія слѣдуетъ насыпать известь слоями, поливая водой каждый изъ нихъ особо. Собирающаяся сверху при этомъ известковая вода удаляется, такъ какъ она легко поглощаетъ изъ воздуха углекислоту и выдѣляетъ инертный осадокъ $CaCO_3$. Гашеніе небольшихъ количествъ извести производится въ обыкновенныхъ ящикахъ.

Для полученія извести безъ крупныхъ примѣсей, напримѣръ, при болѣе чистыхъ штукатурныхъ работахъ, производится *процѣживаніе* ея сквозь сѣтку или гашеніе въ видѣ молока въ особыхъ ящикахъ. Отсюда оно спускается сквозь сѣтку у отверстія въ творильную яму (**фиг. 61**), гдѣ догашивается и, вслѣдствіе фильтраціи въ грунтъ, сгущается въ тѣсто. Ящикъ опоражнивается при посредствѣ задвижки и для удобства



Фиг. 61.

стеканія извести устанавливается съ небольшимъ уклономъ къ творилу, или снабжается упоромъ и выбивными клиньями. Предварительное гашеніе въ жидкомъ видѣ имѣетъ еще то преимущество, что и безъ процѣживанія способствуетъ осѣданію крупныхъ примѣсей.

Для достиженія *полнаго догашиванія* тѣста во всѣхъ его частицахъ, оно оставляется въ творилѣ не менѣе, какъ на 1 недѣлю, обыкновенно же до 2 недѣль и въ особыхъ случаяхъ, напримѣръ, для штукатурныхъ работъ, до 3—4 недѣль. Въ виду различной плотности тѣста по глубинѣ оно выбирается затѣмъ изъ творила вертикальными слоями. Существовавшее прежде предположеніе о пользѣ болѣе продолжительнаго выдерживанія извести въ творилѣ, повидимому, слѣдуетъ признать не имѣющимъ серіознаго значенія [1]).

Для *сохраненія* погашенной въ тѣсто извести на продолжительное время, она прикрывается слоемъ песку.

Гашеніе въ порошокъ производится въ исключительныхъ случаяхъ при перевозкѣ водой и для ремонтныхъ работъ. Лучшій способъ полученія такой извести, практикуемый на *заводахъ*, заключается въ обработкѣ кипѣлки въ закрытыхъ металлическихъ котлахъ паромъ подъ большимъ давленіемъ (до 6 атмосферъ). Известь гасится быстро и въ сухую пушонку.

Менѣе совершенными оказываются обыкновенные способы гашенія *поливаніемъ* и *погруженіемъ*, изъ которыхъ послѣднее нынѣ уже почти оставлено. Въ первомъ случаѣ насыпаютъ известь въ кучу слоями, поливая каждый изъ нихъ изъ леекъ водой. Затѣмъ прикрываютъ ее пескомъ для уменьшенія охлажденія и оставляютъ известь догашиваться [2]).

Передъ *употребленіемъ въ дѣло* пушонку рекомендуется размачивать сначала въ тѣсто для догашиванія случайно непогасившихся частицъ и полученія болѣе нѣжнаго и пластическаго раствора.

Твердѣніе известковаго раствора происходитъ главнымъ образомъ отъ высыханія и лишь отчасти химическимъ путемъ вслѣдствіе

---

[1]) Бурхарцъ произвелъ по этому поводу сравнительныя опыты для различныхъ сроковъ гашенія отъ 1 дня до 7 мѣсяцевъ и не получилъ разницы въ крѣпости извести. Напротивъ, гашеніе съ увеличеніемъ обыденнаго количества воды въ 2—3 раза, какъ было уже замѣчено Лебреномъ и Мартенсомъ, не только не уменьшало (для раствора 1 : 3) крѣпости, но даже нѣсколько увеличивало ее. Это подтверждаетъ пользу описаннаго выше способа съ предварительнымъ гашеніемъ въ молоко, на первый взглядъ кажущагося даже вреднымъ вслѣдствіе увеличенія охлажденія гасящейся извести.

[2]) При второмъ способѣ (Вика) наполняютъ корзинки небольшими кусками кипѣлки и опускаютъ въ воду до появленія кругомъ корзинки молока и прекращенія выдѣленія пузырьковъ воздуха, послѣ чего складываютъ для догашиванія въ кучи.

поглощенія известью углекислаго газа и перехода въ углекислый кальцій

$$Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O.$$

При *высыханіи* чистаго известковаго тѣста происходитъ сильное уменьшеніе его въ объемѣ съ уплотненіемъ и *растрескиваніемъ* массы подобно тому, какъ это получается и при усыханіи глины. Поэтому къ известковому тѣсту приходится добавлять песку въ количествѣ, соотвѣтствующемъ условіямъ примѣненія раствора.

Химическое твердѣніе происходитъ вслѣдствіе уплотненія раствора при поглощеніи CO_2 и требуетъ, какъ показали изслѣдованія, обязательнаго при этомъ присутствія небольшой, опредѣляемой всего нѣсколькими процентами влажности [1]). Поэтому въ первое время, когда высыханіе раствора получается только съ поверхности, довольно быстро образуется снаружи тонкая корочка $CaCO_3$, защищающая его отъ размывающаго дѣйствія воды. Въ глубину же этотъ процессъ распространяется медленнѣе, въ особенности при затрудненномъ проникaніи воздуха, и только по достиженіи указаннаго содержанія влажности.

Отсюда понятно, что примѣненіе известковаго раствора въ завѣдомо сырыхъ мѣстахъ совершенно исключаетъ возможность твердѣнія и потому нераціонально.

Болѣе сильное отвердѣваніе известковаго раствора съ теченіемъ очень долгаго времени (въ старыхъ зданіяхъ), можетъ быть объяснено уплотненіемъ раствора, переходомъ извести въ кристаллическое строеніе и образованіемъ въ мѣстахъ продолжительнаго соприкасанія ея съ кирпичемъ известковыхъ силикатовъ [2]).

Гидравлическія вяжущія вещества.

Примѣненіе растворовъ, твердѣющихъ подъ водой, согласно свидѣтельству Плинія, было извѣстно уже римлянамъ, которые прибавляли къ извести мелкіе кусочки обожженной глины или вулканическаго пепла изъ города Пуццоли, откуда и получилось названіе такихъ продуктовъ „пуццоланой“ [3]).

---

1) Оказывается, что поглощеніе известью CO_2 возможно лишь въ предѣлахъ содержанія воды 0,6—8% съ максимальнымъ поглощеніемъ около 1% послѣдней.

2) Предположеніе о возможности образованія этихъ силикатовъ за счетъ кремнезема самого песка, какъ показали лабораторные опыты Михаэлиса, врядъ ли допустимо въ особенности при температурахъ ниже 100° С. Слѣдуетъ имѣть въ виду и тѣ примѣси глины, которыя почти всегда имѣются въ известнякахъ и которыя при обжигѣ могутъ давать разлагаемый силикатъ. Образованіе же кристалловъ было доказано опытами Спринга, который получилъ ихъ въ порошкѣ мѣла, подвергнутомъ давленію въ 20.000 атм. въ теченіе 17 лѣтъ.

3) Въ 1796 г. Паркеръ въ Англіи впервые приготовилъ „романскій“ или римскій цементъ, обжигая при не слишкомъ высокой температурѣ мергель съ содержаніемъ 30—35%

Въ основѣ почти всѣхъ гидравлическихъ вяжущихъ веществъ находится обожженная смѣсь извести съ глиной, при чемъ, какъ показала практика, наилучшій продуктъ, *портландскій цементъ*, получается только при строго опредѣленномъ соотношеніи ихъ. Мергели же съ болѣе высокимъ содержаніемъ глины могутъ быть обожжены въ естественномъ видѣ только въ болѣе слабый продуктъ *романскій цементъ* и съ большимъ содержаніемъ извести— въ *гидравлическія извести.*

Портландъ-цементъ.

Для приготовленія смѣшиваютъ известь съ глиной въ опредѣленной пропорціи, обжигаютъ почти до „остекловыванія“ (около 1400° С) и измельчаютъ въ тонкій порошокъ. Количество смѣшиваемыхъ веществъ зависитъ отъ ихъ состава и должно быть такъ соображено, чтобы получилось

глины	20—25%
углекислой извести	80—75%

Только при этомъ соотношеніи и сильномъ обжигѣ происходитъ соединеніе кремнезема и глинозема съ окисью кальція въ видѣ *безводныхъ силикатовъ и алюминатовъ извести.* Доведеніе содержанія глины до высшаго предѣла способствуетъ полученію цемента съ ускореннымъ твердѣніемъ, но съ меньшей окончательной крѣпостью, увеличеніе же извести замедляетъ твердѣніе и улучшаетъ механическія свойства цемента. Поэтому при фабрикаціи пользуются максимальнымъ предѣломъ содержанія извести, принимая при этомъ всѣ мѣры противъ образованія въ цементѣ *свободной извести*, медленно гасящейся вслѣдствіе высокой температуры обжига цемента уже въ кладкѣ.

Смѣсь извести съ глиной обыкновенно приходится составлять искусственно, такъ какъ рѣдко естественные мергели имѣютъ надлежащій составъ (исключеніе составляютъ наши мергели около Новороссійска и тейльскіе во Франціи). Для полноты смѣшенія эти вещества измельчаются различными способами въ зависимости отъ того состоянія, въ которомъ находятся, послѣ чего смачиваются водой, формуются для удобства обжига въ кирпичики или прямо поступаютъ въ особыя вращающіяся печи.

Для болѣе точнаго вычисленія составныхъ частей обжигаемыхъ продуктовъ берутъ отношеніе окиси кальція къ окиси кремнія и алюминія, которое носитъ названіе *гидро-*

глины. Въ 1824 г. англичанинъ Аспдинъ предложилъ обжигать при той же температурѣ искусственную смѣсь гашенной извести съ мергелемъ, названную имъ „портландскимъ“ цементомъ. Однако, настоящій портландъ-цементъ стали вырабатывать лишь въ послѣдствіи при работахъ на берегахъ Ламанша около 1850 г., обжигая указанную смѣсь уже при болѣе высокой температурѣ.

модуля и колеблется у насъ въ предѣлахъ 1,7—2,2 (2,4 допускается только при очень тѣсномъ смѣшеніи въ естественномъ видѣ). Иногда къ первой части присоединяются также аналогичныя окиси Mg, K и Na, а ко вторымъ—окись Fe. Изъ этихъ составныхъ частей CaO и SiO_2 являются главными, при чемъ увеличеніе содержанія перваго задерживаетъ твердѣніе цемента и даетъ большую окончательную крѣпость, увеличеніе же SiO_2 производитъ противоположное дѣйствіе. Al_2O_3 также участвуетъ въ твердѣніи цемента, въ большихъ количествахъ сильно ускоряя послѣднее, и даетъ алюминатъ извести, легко размываемый морской водой (во Франціи содержаніе Al_2O_3 въ цементахъ для морскихъ сооруженій ограничено 4%). Щелочи и Fe_2O_3 способствуютъ главнымъ образомъ спеканію массы. MgO, какъ полагаетъ Ферэ, повидимому, не соединяется подобно извести съ кремнеземомъ и глиноземомъ и потому, пережигаясь при сильномъ обжигѣ цемента, можетъ гаситься вообще черезъ очень продолжительное время съ увеличеніемъ въ объемѣ (особенно мало магнезіи въ нашемъ новороссійскомъ цементѣ). $CaSO_4$ въ малыхъ количествахъ, дѣйствуя на Al_2O_3, замедляетъ твердѣніе, въ большихъ же количествахъ, увеличиваясь вслѣдствіе поглощенія воды въ объемѣ, вызываетъ разбуханіе цементнаго раствора. Песку и другихъ крупныхъ включеній въ продуктахъ для обжига цемента не должно быть вовсе, какъ вступающихъ въ соединеніе лишь съ поверхности. При опредѣленіи пропорціи смѣшиваемыхъ частей считаются съ тѣмъ, что даже смежные слои горной породы часто бываютъ различнаго состава и влажности, почему почти всегда сырые матеріалы прежде всего высушиваются и затѣмъ подвергаются излѣдованію.

Смѣшиваніе теперь чаще производится *сухимъ* способомъ, состоящимъ въ томъ, что глину и известнякъ послѣ просушки измельчаютъ и перемѣшиваютъ насухо въ особыхъ аппаратахъ, иногда же *полусухимъ* способомъ съ отмучиваніемъ одной изъ составныхъ частей. Когда вмѣсто грубаго известняка шелъ рыхлый, находило примѣненіе *мокрое* смѣшеніе, при которомъ матеріалы отмучивались и въ мокромъ состояніи перетирались въ спеціальныхъ мельницахъ. При очень однородныхъ матеріалахъ смѣсь безъ просушки находятъ возможнымъ иногда пропускать сразу между вальцами.

Обжиганіе смѣси сначала производилось въ обыкновенныхъ печахъ вродѣ известеобжигательныхъ, но вслѣдствіе сильнаго размягченія продукта и прилипанія его къ стѣнкамъ, перешли къ печамъ Дитша, состоящимъ изъ двухъ шахтъ, верхней подогрѣвательной и нижней охладительной, соединенныхъ наклоннымъ ходомъ съ боковыми отверстіями для забрасыванія топлива и передвиганія сырца (расходъ кам. угля 15—18% отъ вѣса сырца). Въ настоящее время вводятся вращающіяся печи съ наклонной желѣзной трубой, обложенной шамоттой, по которой навстрѣчу пламени движется слегка увлажненная масса (относительный расходъ каменнаго угля 25—35%). По окончаніи обжига отдѣляются какъ сѣрые и желтые куски недостаточно обожженнаго продукта, такъ и пережженные въ видѣ шлаковъ съ остатками топлива, оставляя только черные и темнозеленые куски нормальнаго обжига. Послѣ измельченія отсѣиваютъ болѣе крупныя частицы, и даютъ цементу вылежаться для догашиванія могущей всегда получиться окиси кальція.

Свойства портландъ-цемента. Въ готовомъ видѣ этотъ цементъ представляетъ *кристаллическій* порошокъ темно-сѣраго цвѣта съ зеленоватымъ оттѣнкомъ (удѣльнаго вѣса 3,05—3,2), затвердѣвающій въ теченіе сравнительно короткаго времени въ присутствіи воды. Крупность помола играетъ существенную роль, такъ какъ съ уменьшеніемъ величины зеренъ увеличивается поверхность ихъ, а вмѣстѣ съ ней и активность цемента.

Послѣ затворенія съ водой (въ среднемъ около 25% по вѣсу ея) цементъ начинаетъ густѣть, постепенно переходя въ твердое состояніе съ повышеніемъ температуры. При этомъ происходитъ *кристаллизація гидратовъ окиси кремнія и алюминія съ известью* (*съ образованіемъ водныхъ силикатовъ и алюминатовъ извести*). Время начала и конца твердѣнія называютъ *началомъ и концомъ схватыванія*. Послѣднее практически выражается тѣмъ, что ноготь перестаетъ оставлять на цементѣ слѣдъ при надавливаніи. Точнѣе

срокъ схватыванія опредѣляется *иглой Вика*. По нашимъ министерскимъ постановленіямъ начало схватыванія цемента должно происходить не ранѣе $^1/_4$ часа, а конецъ не ранѣе 1 часа и не позднѣе 12 часовъ. На практикѣ для удобства замѣшиванія и пользованія растворомъ представляется желательнымъ полученіе цемента съ началомъ схватыванія около 1 часа. Въ нѣкоторыхъ спеціальныхъ случаяхъ, напримѣръ, при заглушеніи ключей, напротивъ, весьма полезно значительное ускореніе схватыванія.

На *ускореніе схватыванія* помимо состава цемента вліяетъ температура среды и нѣкоторыя примѣси. Съ возвышеніемъ температуры оно происходитъ быстрѣе, при пониженіи—медленнѣе [1]).

При *охлажденіи* до температуры *ниже* 0° помимо замедленія твердѣнія можетъ происходить замерзаніе воды и разрушеніе раствора, если онъ не успѣетъ достаточно окрѣпнуть. Поэтому, въ случаѣ невозможности защитить мѣсто работъ отъ промерзанія, слѣдуетъ употреблять болѣе быстро схватывающійся цементъ и подогрѣвать составныя части его передъ употребленіемъ въ дѣло [2]).

Основныя условія твердѣнія цементнаго раствора заключаются въ томъ, чтобы не тревожить и поддерживать его во влажномъ состояніи во все время схватыванія и по крайней мѣрѣ въ первые дни послѣ приготовленія.

Впрочемъ, какъ показываетъ опытъ, цементъ можетъ быть подвергнутъ вторичному затворенію и схватыванію (перетвореніе, rebattage), если будетъ вновь смѣшанъ съ водой и переработанъ (переколоченъ), при чемъ, по нѣкоторымъ наблюденіямъ, онъ можетъ дойти даже до нормальной своей крѣпости. Однако, въ виду недостаточной выясненности самого явленія на отвѣтственныхъ работахъ лучше не прибѣгать къ этому способу исправленія начавшаго схватываться цемента.

Поддержаніе цементнаго раствора во *влажномъ* состояніи не-

---

[1]) Ускореніе схватыванія кромѣ примѣненія цемента съ увеличеннымъ содержаніемъ глинозема и кремнезема, добавленія веществъ, переводящихъ известь въ нерастворимое состояніе (Na_2CO_3), и возвышенія температуры составныхъ частей достигается прибавкою большихъ количествъ хлористаго кальція (10–40%). Малыя количества послѣдняго, напротивъ, замедляютъ твердѣніе. Вылеживаніе цемента въ не слишкомъ сухой атмосферѣ, прибавленіе небольшихъ количествъ гипса, а также песка способствуютъ замедленію схватыванія.

[2]) Предупрежденіе замерзанія воды можетъ быть достигнуто также прибавленіемъ различныхъ солей, введеніе которыхъ въ кладку, въ особенности поваренной соли, впрочемъ, можетъ повести къ отсырѣванію постройки и потому нежелательно. Примѣненіе 16% раствора соды понижаетъ температуру замерзанія воды до—22° С. При незначительныхъ морозахъ предупрежденіе замерзанія воды въ растворѣ можетъ быть получено при достаточно большомъ массивѣ за счетъ теплоты, развивающейся при самомъ твердѣніи. Такъ, Герцогъ наблюдалъ возвышеніе температуры при затвореніи 32 килог. медленно схватывающагося цемента на 30°, а у насъ въ Кронштадтѣ при составѣ бетона 1:3:7 и срокѣ схватыванія въ 8 часовъ получили его въ 23°.

обходимо не только для полученія требуемаго количества воды, безъ котораго не можетъ быть твердѣнія, но также и для предупрежденія *высыханія* въ особенности поверхностнаго слоя, который вслѣдствіе уменьшенія въ объемѣ, при недостаточной еще крѣпости можетъ растрескиваться. Поэтому въ первое время производства цементныхъ работъ слѣдуетъ защищать наружныя поверхности отъ дѣйствія солнца и вѣтра и поливать водой или еще лучше прикрывать слоемъ влажнаго песку. Нечего и говорить, что *безъ крайней необходимости не должно имѣть мѣста погруженіе цементнаго раствора въ воду впредь до окончанія схватыванія его*[1]).

Крѣпость только что схватившагося цементнаго раствора вообще невелика и наростаетъ часто въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ, при чемъ, въ среднемъ, около 1/3 ея можно положить на первый мѣсяцъ, 1/2 — на первые три мѣсяца, 2/3 — на шесть и послѣднюю 1/3 на остальное время, съ уклоненіями въ зависимости отъ природы самого цемента. Вообще все, что способствуетъ уплотненію цементнаго раствора, увеличиваетъ и крѣпость его.

По нашимъ требованіямъ образцы изъ *чистаго цемента* установленнаго вида должны давать черезъ 28 дней послѣ затворенія не менѣе 25 килог. на кв. сант. на *разрывъ*. Въ дѣйствительности многіе наши цементы даютъ 35—45[2]).

При *накаливаніи* цементный растворъ обыкновенно не претерпѣваетъ видимаго разрушенія, однако нѣсколько ослабѣваетъ, такъ какъ уже при 150° С начинаетъ выдѣлять свою гидратную воду, почему долженъ быть признанъ *огнестойкимъ*, но не достаточно *огнеупорнымъ*.

Къ *недостаткамъ* цемента слѣдуетъ отнести нѣкоторую *разрушаемость* его съ теченіемъ времени въ *морской водѣ* и необходимость внимательнаго надзора на работахъ, безъ котораго могутъ получаться даже совершенно неудовлетворительные результаты.

Вообще же портландскій цементъ представляетъ одинъ изъ самыхъ сильныхъ гидравлическихъ продуктовъ съ достаточно *постояннымъ составомъ*, а потому и съ опредѣленными, напередъ извѣстными свойствами.

---

1) *Усыханіе* цементнаго раствора въ воздухѣ, обычное для сырыхъ матеріаловъ, можетъ продолжаться нѣсколько лѣтъ и доходить до 0,5% для чистаго цемента и 0,1—0,2% для раствора 1:3. При отвердѣваніи цемента въ водѣ, напротивъ, нормально происходитъ незначительное разбуханіе, которое, колеблясь въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ, для чистаго цементнаго раствора можетъ достигать 0,2%. Лучшія условія твердѣнія цемента заключаются въ попеременномъ нахожденіи въ воздухѣ и въ водѣ.

2) Наибольшія цифры, которыя можно встрѣтить въ литературѣ, доходятъ для чистаго цемента на раздробленіе до 700 кил., а при сильномъ прессованіи и болѣе 1000.

Для опредѣленія нормальной густоты цементнаго раствора служитъ особый приборъ съ желѣзнымъ стержнемъ въ 1 сант. діаметромъ и вѣсомъ въ 330 грам., спускающимся въ круглую коробку 8 сантим. діаметромъ и 4 сант. высотой. При нормальной консистенціи раствора, помѣщеннаго въ коробку, стержень не долженъ доходитъ на 6 мм. до дна. Тѣмъ же приборомъ, но со стержнемъ въ 1 мм. и вѣсомъ въ 300 грм. (игла Вика) опредѣляютъ время схватыванія. Время, когда игла начинаетъ недоходить до стеклянной подставки подъ коробкой на 1/2 мм., считаютъ началомъ схватыванія. Полагая теперь вѣсъ уколоченнаго цемента въ 1.840 кил. въ 1 куб. мт. и уд. вѣсъ его 3,1, получимъ пористость около 40% по объему или 22% къ вѣсу при заполненіи ея водой. Слѣдовательно, нормальное количество воды (около 25% по вѣсу) должно съ небольшимъ лишь избыткомъ заполнять промежутки между частицами въ цементѣ. Крупность помола по нашимъ постановленіямъ должна быть такова, чтобы сквозь сито съ 4900 отверстіями на кв. см. проходило не менѣе 50%.

Процессъ твердѣнія цемента еще недостаточно изученъ, но есть основаніе предполагать его слѣдующимъ. Сплавляя известь съ кремнеземомъ и глиноземомъ въ различной пропорціи, Лешателье нашелъ, что затвердѣваетъ съ водой очень основной силикатъ извести $SiO_2 . 3CaO$, изъ другихъ же силикатовъ $SiO_2 . 2CaO$ не затвердѣваетъ и при охлажденіи разсыпается въ порошокъ. Всѣ алюминаты извести, напротивъ, быстро твердѣютъ съ водой, причемъ трехосновной съ разбуханіемъ. При обработкѣ известковой водой, Лешателье удалось получить только единственные гидраты $CaO . SiO_2 . 2,5H_2O$ и $Al_2O_3 . 3CaO . 12H_2O$, такъ что остается предположить, что гидратація цемента сопровождается разложеніемъ сильноосновныхъ силикатовъ и алюминатовъ на менѣе основные водные съ выдѣленіемъ свободнаго гидрата извести, который всегда и наблюдается при твердѣніи цемента въ видѣ бѣлаго налета. Изслѣдуя затѣмъ шлифы цемента подъ микроскопомъ, Лешателье и Тернебомъ выдѣлили между прочими особый минералъ Алитъ, который полагаютъ теперь состоящимъ изъ сильноосновного силиката и алюмината извести.

Нѣкоторое разбуханіе цемента при отвердѣваніи, повидимому, является причиной того, что цементный растворъ хорошо сцѣпляется даже съ такими тѣлами, какъ желѣзо.

Вліяніе работы трамбованія для уплотненія цементнаго раствора показано на фиг. 62. Испытаніе было произведено проф. Малюга на раздавливаніе черезъ 7 дней послѣ затворенія кубиковъ въ 7 см. изъ чистаго цемента (верхняя кривая) и раствора 1:2 съ крупнымъ пескомъ. На горизонтальной оси указана работа трамбованія въ пудофутахъ на кубическій футъ образца. Такъ какъ практически можно принять, что трамбовка въ 0,5 пуда вѣсомъ, сѣченіемъ въ 25 кв. дм., высотой паденія около 10 дм. при 10 ударахъ, въ среднемъ приходящихся на одно мѣсто толщиной въ 4 дм., дастъ около 100 пудо-фут. на куб. футъ бетона, то изъ приведенной кривой ясно, что въ дѣйствительности мы используемъ лишь очень незначительную долю возможнаго сопротивленія цемента.

Фиг. 62.

Морская вода, кромѣ постепеннаго разрушенія цемента вслѣдствіе увеличенія въ объемѣ образующагося соединенія сѣрнокислыхъ солей съ аллюминатами извести (соль Деваля) нѣсколько замедляетъ самое схватываніе. Кислоты вредно дѣйствуютъ на твердѣніе цемента; сѣрнистый и сѣроводородный газъ не оказываютъ особеннаго вліянія; фекальныя массы, асфальтъ и минеральныя масла не дѣйствуютъ на цементъ, напротивъ, жирныя масла, омыливающія известь, разрушаютъ его.

Испытаніе цемента. На обыкновенныхъ каменныхъ работахъ рѣдко производятъ полное испытаніе цемента, стараясь употреб-

лять извѣстный уже матеріалъ какой-нибудь опредѣленной марки; время же *схватыванія* опредѣляютъ во всякомъ случаѣ хотя бы простѣйшими способами, такъ какъ быстро схватывающійся цементъ положительно не пригоденъ для такого рода работъ. При болѣе же отвѣтственныхъ крѣпостныхъ и большихъ бетонныхъ работахъ стараются выполнить всѣ испытанія. При этомъ обращаютъ особенное вниманіе на *постоянство объема*, зависящее преимущественно отъ присутствія свободной извести, магнезіи и гипса и опредѣляемое такъ называемой лепешкой [1]).

Портландскій цементъ обыкновенно упаковывается въ бочкахъ, обложенныхъ бумагой, съ вѣсомъ чистаго цемента въ 10 пудовъ (и 10 фунт. на раструску), иногда же въ холщевыхъ мѣшкахъ.

Романъ-цементъ.

Романскимъ цементомъ въ настоящее время называютъ гидравлическій продуктъ, получаемый *слабымъ обжигомъ мергелей съ 25—40% глины*. Вслѣдствіе низкой температуры обжига не получается достаточно полнаго соединенія кремнезема и глинозема съ известью, какъ въ портландъ-цементѣ, и продуктъ по своимъ свойствамъ выходитъ значительно слабѣе [2]). Приходится такимъ образомъ перерабатывать эти мергели на извѣстный суррогатъ, такъ какъ при болѣе сильномъ обжигѣ матеріалъ могъ бы сплавляться, не достигая все равно качествъ портландскаго цемента.

Обжигъ мергелей производится въ невысокихъ шахтенныхъ печахъ, подобныхъ тѣмъ, въ которыхъ обжигается известь, но не до спеканія. Измельченіе чаще совершается при посредствѣ обыкновенныхъ бѣгуновъ.

По свойствамъ романскій цементъ представляетъ аморфный порошокъ желтоватаго цвѣта, болѣе легкій, чѣмъ портландъ-цементъ. Съ водой онъ нормально *не гасится*, но весьма быстро твердѣетъ вслѣдствіе высокаго содержанія кремнезема и глинозема. Для затворенія требуетъ 40—50% воды.

---

[1]) Однако, и эта проба не всегда можетъ приводить къ цѣли, въ особенности по отношенію къ магнезіи, почему въ важнѣйшихъ случаяхъ слѣдуетъ прибѣгать къ опредѣленію указанныхъ элементовъ путемъ химическаго анализа. Количество сѣрной кислоты у насъ допускается до 1,75% и магнезіи до 3%.

Для испытанія лепешкой изъ тѣста нормальной густоты приготовляютъ на стеклѣ 2—4 штуки ея діаметромъ около 10 см. и толщиной въ 1 см., при чемъ въ теченіе 27 дней лежанія въ водѣ или помѣщенія на 1,5 часа въ воздушную баню съ 120°C (ускоренный способъ) не должно появиться у краевъ ея ни искривленія, ни радіальныхъ трещинъ.

[2]) Однако, такой обжигъ позволяетъ употреблять и мергели съ значительнымъ содержаніемъ магнезіи, которая при этомъ не пережигается.

Твердѣніе романъ-цемента заключается *въ кристаллизаціи тѣхъ же, что и при портландъ-цементѣ, водныхъ силикатовъ и алюминатовъ извести, но образующихся мокрымъ путемъ* во время самаго процесса.

Крѣпость чистаго раствора значительно слабѣе, чѣмъ у портландъ-цемента и въ среднемъ для нашихъ заводовъ достигаетъ черезъ 28 дней 10 кил. на разрывъ съ весьма большими колебаніями.

Къ *недостаткамъ* романъ-цемента помимо быстроты схватыванія относится *неопредѣленность его состава*, которая не можетъ не препятствовать примѣненію этого продукта въ отвѣтственныхъ постройкахъ. Поэтому фабрикація его достаточно ограничена и у насъ часто производится кустарнымъ способомъ, что еще болѣе понижаетъ качество фабриката [1]).

Гидравлическія извести.

При содержаніи въ мергеляхъ менѣе 20% глины и высокой температурѣ обжига могла бы образоваться въ нихъ известь, которая вслѣдствіе пережога гасилась бы очень медленно только въ послѣдствіи. Поэтому эти мергели должны обжигаться при сравнительно невысокой температурѣ, болѣе низкой, чѣмъ даже при обыкновенныхъ известяхъ. Получается гидравлическій продуктъ съ большимъ или меньшимъ *содержаніемъ гасящейся свободной извести*, что существенно отличаетъ гидравлическія извести отъ цементовъ [2]).

Обыкновенно примѣняются лишь *сильныя гидравлическія извести* при содержаніи глины въ 15—20% и *среднія* при 10—15% ея. *Обжигъ* ведется, какъ при воздушной извести, но при болѣе низкой температурѣ и съ большей осторожностью, чтобы *не пережечь* и не остекловать продукта.

Гашеніе представляетъ здѣсь весьма важную операцію, неумѣлое веденіе которой часто губитъ все производство. Трудность гашенія увеличивается неоднородностью состава естественной породы и присутствіемъ гидравлическихъ частицъ, которыя не

---

[1]) Испытаніе романъ-цемента производится аналогичнымъ путемъ, какъ и при портландъ-цементахъ, но установленныхъ нормъ не имѣется. Пробы на разрывъ чаще приготовляются изъ раствора съ 5 частями песку, такъ какъ въ пористомъ видѣ онъ лучше твердѣетъ и въ воздухѣ лучше, чѣмъ въ водѣ. Черезъ 28 дней храненія на воздухѣ, образцы должны дать не менѣе 5 кил. на разрывъ. При недожогѣ можетъ оказаться свободная известь и даже известнякъ.

[2]) Способность нѣкоторыхъ известняковъ давать продуктъ съ гидравлическими свойствами была замѣчена впервые въ 1756 г. при постройкѣ Эдистонскаго маяка, но производство гидравлическихъ известей получило распространеніе только послѣ трудовъ французскаго изслѣдователя Вика.

должны соединиться съ водой. Обожженную известь разсыпаютъ слоями въ 10—15 сант. толщиной и поливаютъ изъ леекъ водой, пока масса ни увлажнится. Послѣ смачиванія известь сгребается на 1—3 недѣли въ большія кучи и засыпается слоемъ песку для лучшаго *сохраненія тепла*, что въ данномъ случаѣ вслѣдствіе тощести извести имѣетъ большое значеніе. Послѣ гашенія известь просѣивается для отдѣленія непогасившихся частей [1]).

Твердѣніе гидравлическихъ известей продолжается отъ 2 до 30 дней, смотря по степени гидравличности [2]).

Не говоря уже о возможной неоднородности и неопредѣленности свойствъ гидравлическихъ известей, совмѣстная обработка гидравлическихъ частей ихъ съ воздушной известью не даетъ увѣренности въ удовлетворительности продукта и заставляетъ предпочитать на практикѣ соединеніе отдѣльно приготовленнаго цемента и воздушной извести въ видѣ *смѣшанныхъ растворовъ*.

Пуццоланы и цемянки.

Кромѣ указанныхъ гидравлическихъ веществъ извѣстны еще такія, которыя сами по себѣ не обладаютъ гидравлическими свойствами, но получаютъ послѣднія съ прибавкой воздушной извести. Эти вещества въ естественномъ состояніи представляютъ измельченный вулканическій туфъ и называются вообще *пуццоланами*, по имени того мѣстечка, около котораго они были открыты еще римлянами, или *цемянками*, если получаются искусственно.

Дѣятельною составною частью этихъ продуктовъ является *аморфный кремнеземъ* (также кремнеземъ въ видѣ гидрата и разлагаемаго силиката).

Процессъ *твердѣнія* или, такъ называемый *пуццоланическій процессъ*, состоитъ въ образованіи тѣхъ же соединеній кремнезема и глинозема съ известью, что и въ цементныхъ растворахъ, но мокрымъ путемъ. Пуццолановые растворы лучше твердѣютъ *подъ водой*, чѣмъ на воздухѣ, при чемъ замѣчено важное, но еще недо-

[1]) При гашеніи воды приливаютъ не болѣе 20% по вѣсу для того, чтобы не могли связаться окончательно съ водой и силикаты извести. И если, согласно теоріи Лешателье, въ первое время послѣдніе все-таки соединяются съ водой, то въ концѣ реакціи вслѣдствіе болѣе сильнаго сродства къ водѣ окиси кальція они снова отдаютъ воду извести. Послѣ полнаго гашенія остаются темноватые и остеклованные куски „граппье“ (grappiers), которые получились отъ мѣстнаго болѣе сильнаго обжига богатыхъ глиною частей и которые перерабатываются во Франціи въ нѣкоторый суррогатъ цемента, идущій въ дѣло лишь послѣ хорошаго вылеживанія. Крѣпость гидравлической извести принимается достаточной, если образцы съ 3 частями песку черезъ 28 дней даютъ на разрывъ 5—8 килогр. Мелкость помола играетъ здѣсь большую роль.

[2]) При обжигѣ гидравлическихъ известей помимо нѣкоторыхъ силикатовъ и алюминатовъ извести получается свободная окись кальція, которая во время твердѣнія (хотя можетъ быть и не вся) вступаетъ въ взаимодѣйствіе съ силикатами.

статочно провѣренное ихъ свойство, *сопротивляться разрушительному дѣйствію морской воды*.

Кромѣ римской *пуццоланы* извѣстенъ еще *трассъ*, добываемый въ долинѣ Рейна, *гэзъ* во Франціи и *санторинская земля*. Въ Германіи трассъ охотно примѣняется для бетонныхъ крѣпостныхъ работъ вслѣдствіе медленности твердѣнія такихъ растворовъ.

Цемянки были также извѣстны римлянамъ и примѣшивались къ извести въ видѣ порошка изъ *обожженнаго кирпича*.

Въ настоящее время употребляются еще измельченные доменные шлаки, нѣкоторые сорта которыхъ перерабатываются въ особый шлаковый цементъ. Гидравличность этихъ веществъ объясняется также тѣмъ, что часть кремнезема при высокой температурѣ обжига переходитъ въ дѣятельное состояніе. Для приготовленія *шлаковаго* цемента годны лишь основные шлаки, при чемъ для улучшенія свойствъ ихъ производится гранулированіе, которое состоитъ въ томъ, что расплавленные шлаки выпускаются тонкой струей въ холодную воду. Послѣ измельченія они смѣшиваются съ известью. По крѣпости растворъ съ 3 частями песку часто превосходитъ соотвѣтственные растворы портландъ-цемента.

Въ техникѣ извѣстенъ также *песчаный цементъ* съ примѣсью мелкоизмолотаго песку, *бѣлый* цементъ (изъ очищенныхъ продуктовъ) и особый *рудный* цементъ для морскихъ работъ, въ которомъ почти весь глиноземъ замѣненъ желѣзомъ (6—9%), но послѣдній очень дорогъ. Кромѣ *магнезіальныхъ* цементовъ, приготовляемыхъ изъ магнезитовъ и доломитовъ подобно обыкновенному, но не получившихъ большого распространенія по дороговизнѣ, имѣются цементы, твердѣющіе вслѣдствіе образованія хлорокиси различныхъ металловъ (цементъ Сореля). Такъ, порошкообразная окись цинка или магнія съ жидкимъ хлористымъ цинкомъ или магніемъ и даже соляной кислоты переходитъ съ кристаллическую нерастворимую твердую массу, иногда, впрочемъ, разлагаемую водой (реставрація памятниковъ и пломбированіе зубовъ). Практически берутъ 40% окиси цинка, 40% известняка и 20% песку, мелко толченныхъ, къ которымъ прибавляютъ въ 3 раза больше хлористаго цинка съ 60% воды.

Гипсъ.

Гипсъ, идущій на приготовленіе растворовъ, получается обжигомъ воднаго его соединенія ($CaSO_4 . 2H_2O$). Выдѣленіе воды начинается уже при температурѣ ниже 100°C, а около 120—130°C остается только часть ея ($CaSO_4 . {}^1/_2H_2O$) съ образованіемъ продукта, называемаго *полугидратомъ*. При нагрѣваніи до 150—170° C улетучивается остальная вода и получается *обоженный гипсъ* или *алебастръ*, нѣсколько быстрѣе затвердѣвающій съ водой, чѣмъ полугидратъ. На практикѣ обожженный гипсъ часто называютъ просто гипсомъ. При сильномъ нагрѣваніи гипсъ пережигается и перестаетъ схватываться [1]).

При *обжигѣ* гипса пользуются различными печами до обыкновенныхъ хлѣбопекарныхъ включительно, наблюдая при этомъ, чтобы температура не поднималась выше 190°C. Иногда примѣ-

[1]) Полугидратъ не такъ скоро схватывается и нагрѣвается при затвореніи съ водой, почему, какъ не портящій клеевыхъ формъ, предпочтительнѣе употребляется для скульптурныхъ работъ. При обжигѣ въ 120° схватываніе начинается черезъ 8 мин. и оканчивается черезъ 16. Если растереть отвердѣвшій гипсъ и замѣшать съ водой, то онъ схватывается вновь, хотя и не столь энергично. При нагрѣваніи приблизительно до 500—600° C получается *гидравлическій* гипсъ, медленно твердѣющій подъ водой, но

няются печи въ видѣ желѣзнаго барабана съ винтообразными лопатками, передвигающими для равномѣрности гипсъ изъ одного конца въ другой. Для полученія лучшаго бѣлаго гипса продукты горѣнія не должны соприкасаться съ нимъ. Болѣе равномѣрный обжигъ достигается при нагрѣваніи *паромъ* надлежащаго давленія въ котлахъ съ двойными стѣнками. Обжигъ вообще считается оконченнымъ, когда перестаютъ выдѣляться водяные пары и куски въ изломѣ утрачиваютъ свое кристаллическое строеніе.

Замѣшанный съ *водой* обоженный гипсъ жадно соединяется съ ней, при нѣкоторомъ *увеличеніи въ объемѣ* (0,5—1%), что способствуетъ детальной отпечаткѣ формы и хорошему сцѣпленію съ деревомъ и желѣзомъ. Для затворенія требуется около 1 части воды на 1 часть гипса, при чемъ послѣдній сыпется въ воду, а не наоборотъ, такъ какъ съ уменьшеніемъ количества воды ускоряется схватываніе его.

Замедленіе схватыванія помимо увеличенія количества воды достигается прибавленіемъ извести, жидкаго клею, буры. На воздухѣ съ теченіемъ времени происходитъ нѣкоторая *усушка* гипса. Затвердѣвшій гипсъ *размокаетъ* и нѣсколько *растворяется* въ водѣ (около $^1/_{100}$), почему *пригоденъ только для внутреннихъ подѣлокъ*, защищенныхъ отъ непогоды.

Храненіе вяжущихъ веществъ.

Всѣ вяжущія вещества должны храниться по возможности не очень продолжительное время передъ употребленіемъ въ дѣло и въ сухомъ мѣстѣ.

Известь лучше всего сохраняется въ состояніи тѣста въ творильныхъ ямкахъ, засыпанныхъ пескомъ, и только въ исключительномъ случаѣ въ видѣ пушонки въ большихъ плотно насыпанныхъ кучахъ; негашенную известь слѣдуетъ хранить плотными штабелями, прикрытыми со всѣхъ сторонъ слоями пушонки около $^1/_2$ фута толщиной.

Цементы особенно чувствительны къ той средѣ, въ которой находятся. Даже незначительная сырость, замедляя схватываніе

легко ею размываемый. Около же 800° С происходитъ окончательный пережогъ, не твердѣющій съ водой и отождествляемый съ ангидритомъ. Гидравлическій гипсъ въ большомъ употребленіи въ Парижѣ и получается обжигомъ въ печахъ на подобіе известеобжигательныхъ. По изслѣдованіямъ Потылицина, указанныя измѣненія свойствъ гипса происходятъ отъ относительнаго образованія двухъ разновидностей его, отличающихся различною растворимостью.

Въ смѣси съ декстриномъ и растворимымъ стекломъ получается т. н. *тимофѣевскій* гипсъ, твердѣющій гидравлическимъ путемъ и дающій, повидимому, лучшіе результаты, чѣмъ обыкновенный.

цемента, можетъ понижать и механическія его свойства. На заводахъ же вылеживаніе цемента (около 1 мѣсяца) считается обязательнымъ.

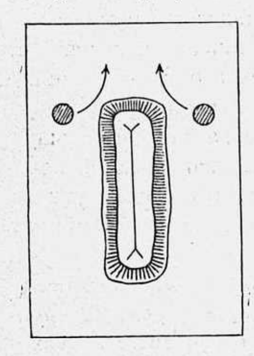
Алебастръ хранится въ плотно закупоренныхъ бочкахъ или въ кучахъ, обмазанныхъ гипсовымъ же растворомъ.

Строительные растворы.

Для обращенія въ пластичное тѣсто и отвердѣванія вяжущія вещества затворяются съ водой, обыкновенно, съ прибавленіемъ песку въ цѣляхъ удешевленія и уменьшенія усыханія. Составныя части ихъ должны быть самымъ тщательнымъ образомъ смѣшаны, чтобы получить однородное тѣсто. Это особенно важно при тощихъ, т. е. съ большимъ содержаніемъ песка растворахъ.

Смѣшиваніе матеріаловъ производится машиннымъ способомъ или въ ручную. Наиболѣе дешевымъ при достаточномъ объемѣ работъ выходитъ машинное смѣшеніе, болѣе тщательнымъ, при хорошемъ надзорѣ, можетъ оказатья ручное, такъ какъ оно позволяетъ лучше наблюдать и направлять работу. Перемѣшиваніе особенно трудно поддается контролю при одинаковомъ цвѣтѣ матеріаловъ.

Смѣшеніе порошкообразныхъ веществъ удобнѣе всего производится „*перелопачиваніемъ*“. На деревянномъ помостѣ или площадкѣ (**фиг. 63**) накладывается продолговатой кучей песокъ, на который равномѣрно насыпается вяжущее вещество. Двое рабочихъ, стоя съ лопатами по обѣимъ сторонамъ кучи, одновременно перекидываютъ ее по частямъ впередъ, затѣмъ въ обратную сторону, повторяя это тѣмъ большее число разъ, чѣмъ лучшаго желаютъ достигнуть смѣшенія, и чѣмъ относительно менѣе содержится вяжущаго вещества. Иногда перебрасываютъ кучу въ поперечномъ направленіи сразу по всей длинѣ.



Фиг. 63.

Перемѣшиваніе песку съ известковымъ тѣстомъ производится чаще всего самими каменьщиками на мѣстѣ работъ въ творильныхъ ящикахъ, иногда же и спеціальными рабочими на платформахъ или токахъ. Въ послѣднемъ случаѣ кучу песка разгребаютъ такимъ образомъ, чтобы въ серединѣ образовалось круглое углубленіе, куда и помѣщаютъ известковое

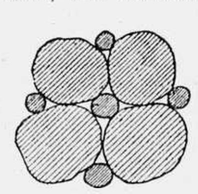
тѣсто съ водой. Дѣйствуя радiально взадъ и впередъ скребками или заступами, производятъ перемѣшиванiе всей массы до полученiя однообразнаго ея вида. Заграницей сплошь и рядомъ известковый растворъ доставляется на работы въ готовомъ видѣ.

Песокъ, примѣняемый для составленiя растворовъ, долженъ быть чистый и по возможности кварцевый, какъ болѣе крѣпкiй, но въ тѣхъ случаяхъ, когда крѣпость большого значенiя не имѣетъ, можетъ быть употребленъ и другой, болѣе слабый. Глинистыя частицы, облегающiя крупинки песка, мѣшаютъ соединяться съ нимъ вяжущему веществу и потому, если возможно, должны быть удаляемы.

Считается, что *промывка* песка обходится настолько дорого что часто можетъ представиться болѣе выгоднымъ пользованiе матерiаломъ, привезеннымъ со стороны. Если промывка песка неизбѣжна, то приливаютъ къ нему воды съ перемѣшиванiемъ и сливанiемъ грязной, пока ни прекратится образованiе послѣдней. При существованiи водопровода направляютъ сильную струю воды съ одного конца наклоннаго ящика или помоста съ пескомъ въ другой.

Крупность и характеръ песка играетъ большую роль при составленiи растворовъ, такъ какъ съ уменьшенiемъ *пористости*, можетъ быть употреблено и меньшее количество вяжущаго вещества. Это особенно важно въ томъ случаѣ, когда послѣднее обходится дороже песка, напримѣръ, при портландскомъ цементѣ.

Наименьшимъ количествомъ „пустотъ" отличается песокъ съ округленными зернами противъ остроконечнаго и смѣшанный относительно того, который состоитъ изъ песчанокъ одинаковыхъ размѣровъ. Изъ смѣшанныхъ песковъ даетъ наименьшую пористость тотъ, который не заключаетъ зеренъ средней величины, т. е. состоитъ изъ крупныхъ частицъ, въ промежуткахъ между которыми помѣщаются безъ раздвиганiя болѣе мелкiя изъ нихъ, что схематически показано на **фиг. 64**.


Фиг. 64.

Практически можно принять, что въ обыкновенномъ *смѣшанномъ пескѣ* средней крупности, употребляемомъ на работахъ, находится около 38—40% промежутковъ. Слѣдовательно, *нормальнымъ* или *среднимъ* долженъ быть признанъ растворъ съ пропорцiей около **1 : 2½**, (обыкновенно принимаютъ 1:3). Растворы съ большимъ содержанiемъ вяжущаго вещества называются *жирными* и съ меньшимъ—*тощими*. Жирные растворы, вообще говоря, выходятъ болѣе крѣпкими и плотными, тощiе—болѣе дешевыми, пористыми и менѣе теплопроводными (промежутки съ воздухомъ).

Вообще же *крупный* песокъ даетъ растворъ *большей крѣпости*, чѣмъ мелкiй.

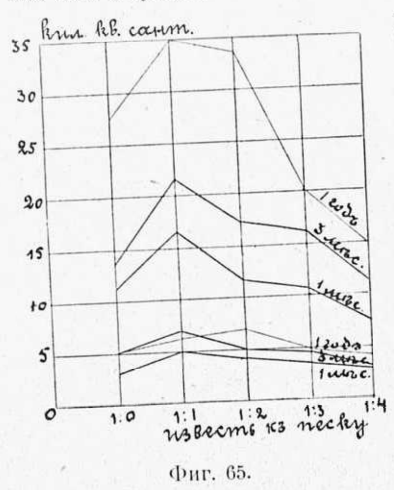
Опредѣленiе величины промежутковъ крупнаго песка можетъ быть сдѣлано измѣренiемъ количества прилитой воды. При мелкомъ же пескѣ будутъ оставаться пузырьки воздуха въ довольно большомъ количествѣ, и опытъ можетъ дать значительно преуменьшенные результаты. Поэтому слѣдуетъ опредѣлять вѣсъ, напримѣръ, куб. метра песку въ килограммахъ, дѣлить его на удѣльный вѣсъ песчинокъ и вычитать изъ единицы. Сырой песокъ вслѣдствiе прилипанiя воды между песчинками можетъ дать повышенную пористость и потому долженъ измѣряться въ высушенномъ состоянiи. Напротивъ, уколачиванiе способствуетъ уменьшенiю величины промежутковъ.

По даннымъ проф. И. Малюга, для средняго смѣшаннаго сорта, употреблявшагося на работахъ въ одномъ порту, вѣсъ 1 куб. фута сырого песку получился въ 90 фунт., сухого рыхлаго—118 и уколоченнаго—137. Если принять уд. вѣсъ песчинокъ въ 2,6, то пористость сырого песку была 50%, сухого—36% и уколоченнаго—26%. Располагая шары одинаковаго дiаметра наиболѣе плотнымъ образомъ и менѣе плотнымъ, получимъ пористость въ 26 и 48%. Подборомъ соотношенiя дiаметровъ и количествъ зеренъ двухъ песковъ проф. Малюга удалось понизить пористость до 19%. Мелкiй однородный песокъ въ неуколоченномъ состоянiи (опыты того же автора) имѣетъ большую пористость, чѣмъ крупный; въ уплотненномъ состоянiи получается обратное соотношенiе, а въ растворѣ съ цементомъ даже въ довольно утрамбованномъ видѣ мелкiй песокъ остается замѣтно пористѣе крупнаго песку (41 и 37%). По даннымъ Махiельса рейнскiй, масскiй и уртскiй пески въ сухомъ неуплотненномъ состоянiи имѣютъ всѣ 38% пористости. Такимъ образомъ, принявъ послѣднiя данныя, а также результаты опытовъ проф. Малюга, который при трамбованiи цементнаго раствора, нѣсколько болѣе сильномъ, чѣмъ на практикѣ, даже для тощихъ растворовъ 1 : 5 получилъ пористости песковъ въ растворѣ большiя, чѣмъ для тѣхъ же песковъ въ неуколоченномъ состоянiи безъ цемента (42,3% для крупнаго и 45% для мелкаго вмѣсто 41,8 и 43,8%), слѣдуетъ разсчитывать въ среднемъ на пористость не меньшую, чѣмъ въ 40%.

Известковые растворы примѣняются въ строительномъ дѣлѣ исключительно въ смѣси съ пескомъ, такъ какъ иначе вслѣдствiе значительнаго усыханiя известковаго тѣста, растворъ можетъ даже отдѣляться отъ связываемаго камня. Поэтому самыми постоянными по объему являются *среднiе* растворы, т. е. вообще говоря съ пропорцiей **1 : 2½**.

Но эти растворы не будутъ самыми крѣпкими. Въ самомъ дѣлѣ, если принять даже, что при количествѣ раствора, строго соотвѣтствующемъ величинѣ промежутковъ, песчинки могутъ касаться между собой и при раздавливанiи будутъ находиться въ самыхъ благопрiятныхъ условiяхъ, то при высыханiи и уменьшенiи извести въ объемѣ, ея можетъ оказаться уже недостаточно для сцѣпленiя песчинокъ между собой. Это предположенiе подтверждается и новѣйшими опытами, по которымъ наибольшая крѣпость получается для жирныхъ растворовъ, а не для среднихъ. Поэтому, въ видахъ достиженiя также большей пластичности тѣста и лучшаго сцѣпленiя на практикѣ обыкновенно нѣсколько увеличиваютъ содержанiе извести такъ до пропорцiи **1 : 2**, при которой нельзя еще ожидать растрескиванiя раствора. Часто это выходитъ само собой, такъ какъ растворы составляются большею частью „на глазъ", т. е. вѣрнѣе „на ощупь".

Въ берлинской испытательной станціи близъ Гросслихтерфельда съ 1895 г. были произведены многочисленные опыты съ растворами различной пропорціи изъ известковаго тѣста и пушонки.



Фиг. 65.

Всѣ четыре серіи опытовъ, приводимыя Бурхарцомъ, неизмѣнно показали за годичный срокъ превышеніе въ сопротивленіи на раздавливаніе и разрывъ болѣе жирныхъ растворовъ до 1:1 включительно. На фиг. 65 приведены къ среднимъ всѣ опыты этой станціи съ 1895 г. для 12 сортовъ известей, погашенныхъ въ состояніе тѣста въ различныхъ пропорціяхъ съ нормальнымъ пескомъ, при чемъ 3 верхнія кривыя даютъ сопротивленіе на раздавливаніе и 3 нижнія на разрывъ (для чистой извести изъ 2 серій опытовъ съ крайними величинами 2,9—5,7 на разрывъ и 9,8—14,7 на раздавливаніе, для пропорціи 1 : 1 изъ 3, съ крайними цифрами для 1 мѣсяца 4,9 — 6,3 на разрывъ и 13—19,3 на раздавливаніе, для 1 : 2—изъ 5 съ 2,9 – 5,5 и 4,4 – 17,3 для 1 : 3—изъ 25 съ 1,4—7,3 и 3,9—20,3, а для 1 : 4—изъ 7 съ 1,2 – 3,9 и 2,8—14,7 килогр. на кв. сант.). Тонкой линіей для 1 года показаны цифры, взятыя только изъ одной серіи опытовъ. Такіе же результаты наибольшей крѣпости на разрывъ для болѣе жирныхъ пропорцій (до 1 : 1) были получены и Клазеномъ, но только при крупномъ пескѣ).

Для фундаментовъ не высокихъ зданій и другихъ частей построекъ, находящихся въ болѣе благопріятныхъ условіяхъ, можно понижать содержаніе извести въ растворѣ, доводя пропорцію до 1 : 4 и даже 1 : 5. При тощихъ известяхъ количество ея слѣдуетъ соотвѣтственно увеличивать.

Такъ какъ твердѣніе известковыхъ растворовъ основано главнымъ образомъ на высыханіи извести и переходѣ ея въ углекислое соединеніе, возможномъ только при небольшомъ содержаніи влаги, то *употребленіе этихъ растворовъ даже въ сырыхъ мѣстахъ представляется совершенно нецѣлесообразнымъ.*

Известковые растворы издавна примѣняются для всевозможныхъ *надземныхъ* построекъ и, какъ показалъ опытъ многихъ столѣтій, обладаютъ достаточной для обыкновенныхъ случаевъ крѣпостью, которая согласно многочисленнымъ примѣрамъ, съ теченіемъ времени способна даже нѣсколько возрастать.

Для приблизительнаго сужденія о *сцѣпленіи* известковаго раствора съ кирпичемъ на работахъ обыкновенно складываютъ изъ 10—12 кирпичей столбикъ, который спустя трое сутокъ поднимаютъ за нижнюю часть, постепенно перебирая руками. По числу оторвавшихся кирпичей и судятъ о растворѣ [1]).

[1]) При этомъ нагрузка выходитъ около 0,1 килог. на кв. сант. По опытамъ же Бурхарца съ растворами на известковомъ тѣстѣ 1 : 3 черезъ 1 мѣсяцъ для отрыванія

Къ *достоинствамъ* известковыхъ растворовъ кромѣ дешевизны и простоты обращенія съ ними слѣдуетъ отнести также *пластичность* раствора почти во все время возведенія постройки, которая обусловлена медленностью твердѣнія извести. А это позволяетъ даже при мѣняющемся распредѣленіи нагрузки во время работы въ концѣ концовъ принимать частямъ равновѣсное положеніе.

Портландъ-цементные растворы. Помимо основного свойства, присущаго всѣмъ гидравлическимъ растворамъ, отвердѣванія подъ водой и быстроты схватыванія, они отличаются большой крѣпостью и постоянствомъ объема, однако стоятъ относительно дороже и потому должны употребляться при дѣйствительной лишь необходимости. Эти растворы могутъ примѣняться и безъ примѣси отощающихъ веществъ, но наибольшая ихъ плотность и крѣпость получается съ прибавленіемъ небольшихъ количествъ песку (въ пропорціи около 1 : $^1/_2$).

Вообще найдено, что съ увеличеніемъ *плотности* и *количества цемента* въ растворѣ повышаются и механическія его свойства, *уплотненіе* же достигается слѣдующими средствами.

1) *Количествомъ воды*, строго отвѣчающимъ дѣйствительной надобности [1]).

Практически, для *жирныхъ растворовъ количество воды признается достаточнымъ, когда при трамбованіи замѣчается незначительное появленіе ея на поверхности.* Такая смѣсь производитъ впечатлѣніе „сырой земли". Какъ избытокъ воды, такъ и недостатокъ ея оказываются вредными, въ особенности послѣдній.

Въ дѣйствительности, при кладкѣ на цементномъ растворѣ и вообще для полученія болѣе подвижнаго пластичнаго тѣста приходится увеличивать количество воды, понижая тѣмъ самымъ механическія свойства раствора [2]).

2) *Трамбованіемъ* или прессованіемъ, которое особенно продуктивнымъ оказывается для жирныхъ растворовъ.

3) *Составомъ песка.* Смѣшанные пески даютъ меньшую пористость; крупные же — большую крѣпость раствора [3]).

Количество песку, которое способенъ принять цементный ра-

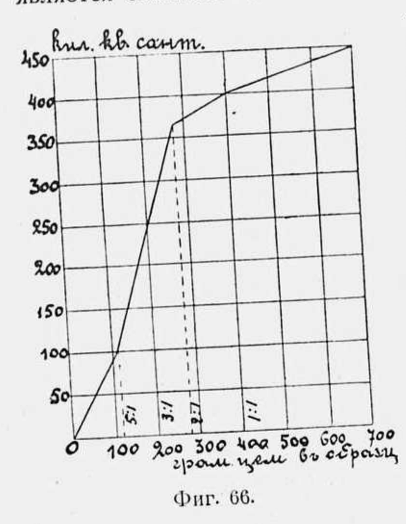
одной половины кирпича отъ другой требуется 0,9 кил. на кв. см., черезъ 3 мѣсяца— 1,2 и 12 мѣсяцевъ—1,9.

[1]) Для растворовъ съ пескомъ прибавляется еще около 3—10%, смотря по крупности, для смачиванія его, что можетъ быть опредѣлено и непосредственнымъ опытомъ.

[2]) Во Франціи жидкіе, нетрамбованные (пластичные) растворы находятъ предпочтительное даже употребленіе при приготовленіи штучныхъ цементныхъ издѣлій.

[3]) Обрабатывая такой растворъ предварительно подъ бѣгунами или подвергая большему трамбованію, можно достичь даже болѣе значительной крѣпости, чѣмъ при крупномъ пескѣ.

створъ, колеблется въ большихъ предѣлахъ и можетъ доходить до 10 частей, но такой тощій растворъ, помимо трудности доведенія его до состоянія однородности, плохо связывается съ камнями и является слишкомъ жесткимъ для обыкновенной кладки. Съ увеличеніемъ песку, пока растворъ остается жирнымъ (**фиг. 66**), крѣпость на раздавливаніе измѣняется сравнительно медленно, при переходѣ же въ тощій—значительно быстрѣе [1]).



Фиг. 66.

Водонепроницаемость цементныхъ растворовъ зависитъ отъ пористости какъ песка, такъ и связующаго вещества. Послѣднее состоитъ изъ зеренъ, между которыми всегда остаются промежутки, и хотя при твердѣніи случается нѣкоторое *разбуханіе* частицъ, которое могло бы заполнить ихъ, однако, это происходитъ въ полной мѣрѣ лишь въ послѣдствіи. Кромѣ того только часть воды соединяется химически, остальная же остается въ порахъ. Примѣсь къ цементу небольшого количества тонкопогашенной извести или загрязненіе просачивающейся въ первое время воды могутъ ускорить затягиваніе промежутковъ. Въ Англіи считаются водонепроницаемыми растворы изъ цемента, гашенной извести и песку въ пропорціи $\mathbf{1:\frac{1}{4}:2\frac{1}{2}}$.

Отмѣриваніе составныхъ частей цементныхъ растворовъ для упрощенія обыкновенно производится по объему, однако это не вполнѣ правильно, такъ какъ цементъ при отсыпкѣ сильно разрыхляется, измѣняясь въ вѣсѣ 1 куб. фута отъ 90 до 125 фунт. (по разцѣночнымъ вѣдомостямъ 1 куб. футъ принятъ въ *100 фунтовъ*). Поэтому на практикѣ стараются составлять такія количества раствора, при которыхъ *цементу приходилось бы цѣлое число бочекъ, принимая каждую изъ нихъ при вѣсѣ въ 10 пуд. за 4 куб. фута.*

Согласно опытнымъ подсчетамъ проф. Малюга, сбереженія въ цементѣ (въ % на единицу объема раствора) доходятъ при усиленномъ трамбованіи сверхъ обыкновеннаго—до 25%, при переходѣ отъ мелкаго къ наиболѣе крупному песку—до 30% и при надлежащемъ подборѣ смѣси песковъ—болѣе 35%. Что касается уплотненія цемента между

[1]) Эта кривая получена проф. Малюга для растворовъ одинаковаго уплотненія черезъ 28 дней при величинѣ кубиковъ въ 7 см.

песчинками и того дѣйствительнаго соотношенія, въ которомъ оказывается песокъ и цементъ въ отвердѣвшемъ растворѣ, что можетъ имѣть особое значеніе для составленія предѣльныхъ растворовъ, то согласно тѣмъ же опытнымъ даннымъ оно не можетъ быть опредѣлено съ достаточной точностью, почему пропорціи этихъ растворовъ являются довольно приблизительными и условными. Такъ, объемный вѣсъ (въ грам. на 1 куб. сантм.) цемента въ чистомъ цементномъ растворѣ безъ уплотненія можетъ быть принятъ въ 1,7, при трамбованіи же, нѣсколько большемъ обыкновеннаго, примѣняемаго на работахъ (около 200 пудофутъ на куб. футъ)—1.8, въ растворѣ 1 : 1 съ тѣмъ же уплотненіемъ при крупномъ однообразномъ пескѣ—1,8 при среднемъ же—1,6, а въ растворѣ 1 : 2 съ нѣсколько большимъ уплотненіемъ (500 пудофутъ)—1,6 при крупномъ пескѣ и 1,4 при среднемъ. Въ разцѣнкахъ этотъ вѣсъ принятъ около 1,4 (100 фунт. на куб. футъ), слѣдовательно въ общемъ растворы должны выходить нѣсколько болѣе тощими, чѣмъ назначены. Такимъ образомъ слѣдовало бы положить вѣсъ цемента въ растворѣ не 1,4, а по крайней мѣрѣ 1,6—1,7, т. е. 115—120 фунт. въ куб. футѣ или добавлять 10—15% отъ количества его, какъ это иногда и рекомендуется дѣлать.

Характерно также и то, что въ растворѣ не только цементъ не достигаетъ обычной своей плотности, соотвѣтствующей данному трамбованію, но песчинки вслѣдствіе увеличенія сопротивленія передвиженію не принимаютъ наиболѣе плотнаго своего положенія, отчего пористость получается преувеличенной. Такъ, по тѣмъ же опытамъ даже песокъ въ 1/5 см., который въ уколоченномъ состояніи имѣлъ около 37% пористости, не пріобрѣталъ таковой даже въ растворѣ 1 : 5 при трамбованіи болѣе 2500 пудофутъ.

Принявъ вѣсъ куб. фута цемента въ растворѣ въ 100 фунт. и имѣя, напримѣръ, песокъ съ 40% пористости, легко опредѣлить (приблизительно) и *выходъ тѣста*, т. е. окончательный объемъ смѣси. Такъ, для пропорціи 1 : 2 найдемъ, что въ поры песка войдетъ $2 \times 0,4 = 0,8$ цемента, излишекъ же $1 - 0,8 = 0,2$ останется свободнымъ и увеличитъ объемъ смѣси до $2 + 0,2 = 2,2$ (въ утрамбованномъ видѣ). Болѣе точно выходъ тѣста можетъ быть опредѣленъ лишь примѣрнымъ составленіемъ раствора.

Пропорціи растворовъ опредѣляются въ зависимости отъ назначенія.

1) Съ отношеніемъ цемента къ песку **1 : 1** и **1 : 2**, когда необходима особенно *большая крѣпость* (отдѣльные столбы, сильно нагруженные своды, задѣлка металлическихъ частей), *сопротивленіе истиранію* (полы) и *водонепроницаемость* (резервуары, кессоны, трубы, прослойки и части, подверженныя дѣйствію морской воды).

2) **1 : 3** и **1 : 4**, когда достаточна средняя крѣпость (мостовые устои, фундаменты, основанія подъ машины, наружная оштукатурка).

3) **1 : 5** до **1 : 10**, когда крѣпость не играетъ большой роли и даже желательна нѣкоторая пористось (основанія подъ полы и мостовыя, смазки).

Для кладки стѣнъ жирные растворы являются излишне крѣпкими и дорогими, болѣе же тощіе слишкомъ жесткими и неудобными въ работѣ.

Романъ-цементные растворы слабѣе предыдущихъ и потому рѣдко доводятся до пропорціи 1 : 6. Будучи болѣе дешевыми, они иногда примѣняются и для возведенія стѣнъ (1 : 4), но только при увѣ-

ренности въ доброкачественности продукта[1]). Чаще же идутъ на устройство малонагружаемыхъ, неотвѣтственныхъ частей сооруженій (основанія подъ полы, помойныя ямы, заборы).

Растворы изъ пуццоланы и гидравлической извести имѣютъ главнымъ образомъ мѣстное значеніе и существенно отличаются отъ цементныхъ растворовъ болѣе медленнымъ твердѣніемъ. *Пуццоланы* примѣняются въ смѣси съ одной гашенной известью (отъ 1 : 1 до 1 : 3) или съ прибавкой песку (1/2—2 отъ объема смѣси). *Гидравлическія извести* употребляются безъ примѣси песку преимущественно для кладки въ водѣ и съ пескомъ—въ сырыхъ мѣстахъ[2]).

Смѣшанные растворы состоятъ изъ смѣси цементныхъ растворовъ съ известковыми. И хотя твердѣніе этихъ двухъ связующихъ веществъ совершенно различное, но практика и лабораторныя испытанія доказываютъ способность ихъ, невыясненную еще теоретически, твердѣть даже подъ водой. Съ прибавленіемъ извести къ тощимъ цементнымъ растворамъ получается еще та выгода, что при достаточной крѣпости тѣсто выходитъ болѣе пластичнымъ и потому болѣе удобнымъ для кладки. Отощеніе этихъ растворовъ можетъ быть доведено до 1 : 4 и даже 1 : 5, послѣднее для слабо нагруженныхъ частей. Соотношеніе же между известью и цементомъ можетъ колебаться отъ 2 : 1 до 1 : 4, при чемъ въ первомъ случаѣ крѣпость оказывается наименьшей. Такимъ образомъ получаются растворы съ соотношеніемъ цемента, извести и песка отъ самыхъ крѣпкихъ **1 : 1/4 : 5**, среднихъ **1 : 1 : 8** или **1 : 1 : 10** (съ крѣпостью почти въ 2 раза большей, чѣмъ при известковыхъ растворахъ) и до самыхъ слабыхъ 1 : 2 : 12 и даже 1 : 2 : 15, хотя излишней тощестью злоупотреблять не слѣдуетъ[3]).

Иногда воздушную известь этихъ растворовъ замѣняютъ гидравлической. Въ послѣднемъ случаѣ такъ же, какъ и при употребленіи пушонки, известь, цементъ и песокъ смѣшиваются особыми рабочими, а затворяются самими каменьщиками на мѣстѣ работъ. При употребленіи известковаго тѣста, оно непосредственно

[1]) Такъ какъ плотность романъ-цемента не велика и замѣтно уступаетъ плотности портландъ-цемента и песка, то при отмѣриваніи составныхъ частей по объему получаются количества цемента, отличающіяся до 50% отъ лабораторныхъ, которыя всегда опредѣляются по вѣсу.

[2]) При текучей водѣ слѣдуетъ пользоваться свѣжеприготовленной известью, какъ быстрѣе схватывающейся.

[3]) Крѣпость такихъ растворовъ черезъ 28 дней по берлинскимъ даннымъ оказывается при соотношеніи цемента, извести и песку:

1 : 1/4 : 5	и твердѣніи	въ водѣ	—18	кил. на растяж. и	160	на сжатіе.
„	„	на воздухѣ	—31	„ „ „	294	„
1 : 1/2 : 6	„	въ водѣ	—17	„ „ „	152	„
„	„	на воздухѣ	—24	„ „ „	226	„
1 : 1 : 10	„	въ водѣ	— 9	„ „ „	67	„
„	„	на воздухѣ	—11	„ „ „	94	„

добавляется къ раствору или разбавляется водой и приливается въ видѣ известковаго молока большею частью на глазъ.

Цементно-известковые растворы, обладая большей крѣпостью, должны, повидимому, вслѣдствіе своей пористости, и высыхать нѣсколько скорѣе известковыхъ. Мало отличаясь кромѣ того въ болѣе слабыхъ пропорціяхъ по стоимости отъ известковыхъ, смѣшанные растворы находятъ въ этомъ видѣ большое примѣненіе при кладкѣ стѣнъ и фундаментовъ, особенно въ сырыхъ мѣстахъ, а въ болѣе сильныхъ пропорціяхъ—и для кладки столбовъ, арокъ и сводовъ. Во многихъ случаяхъ они съ успѣхомъ также замѣняютъ растворы на романскомъ цементѣ и гидравлической извести.

Глиняные растворы въ чистомъ видѣ, какъ показываютъ изслѣдованія, по крайней мѣрѣ въ теченіе перваго года, по своей вяжущей способности весьма близко подходятъ къ известковымъ. Однако они не получаютъ при твердѣніи той корочки, которая придаетъ известковымъ растворамъ необходимую прочность; поэтому эти растворы оказываются мало пригодными въ нашемъ климатѣ для кладки наружныхъ частей сооруженій. Выдерживая же довольно высокую температуру обыкновенныхъ печей, они находятъ почти исключительное примѣненіе въ печномъ дѣлѣ.

Для уменьшенія вліянія усыханія, глина смѣшивается съ пескомъ чаще въ пропорціи **1 : 2**, иногда же и до **1 : 1**.

Глиняные растворы употребляются также для глинобитныхъ половъ и потолочныхъ смазокъ.

Искусственные камни изъ растворовъ.

Строительные растворы, кромѣ примѣненія для связыванія отдѣльныхъ камней въ кладкѣ, могутъ формоваться въ различныя штучныя издѣлія въ видѣ плитокъ, трубъ, украшеній или въ сплошные массивы различной формы и размѣровъ. Въ послѣднемъ случаѣ, по экономическимъ соображеніямъ, они употребляются чаще въ смѣси съ различными крупными добавками или включеніями въ формѣ *бетона*.

Бетонъ.

Изобрѣтеніе бетона по свидѣтельству Плинія было извѣстно уже египтянамъ. По всей вѣроятности идея этого матеріала возникла вслѣдствіе желанія использовать тѣ мелкіе осколки, которые всегда получаются при каменныхъ работахъ. Первоначально

примѣнялись главнымъ образомъ *известковые* бетоны, въ настоящее время—*цементные*, такъ какъ послѣдніе обладаютъ большею крѣпостью, неуступая часто естественнымъ камнямъ, и выдерживаютъ пребываніе подъ водой.

Составъ бетона опредѣляется тѣми требованіями, которыя къ нему предъявляются. Нормальною составною частью, отличающею его отъ раствора, являются *крупныя включенія*. Можно было бы, конечно, весь массивъ получить изъ одного цементнаго раствора, затративъ при среднемъ составѣ послѣдняго около 40% связующаго вещества, но тогда матеріалъ вышелъ бы излишне дорогимъ. При добавленіи же крупныхъ включеній съ такимъ разсчетомъ, чтобы растворъ заполнилъ лишь пустоты между ними, получается уже гораздо большій объемъ бетона *при томъ же количествѣ цемента*.

Это послѣдовательное заполненіе пустотъ можно было бы продолжить и дальше, все болѣе и болѣе уменьшая относительныя количества цемента, но на практикѣ по многимъ соображеніямъ ограничиваются выборомъ основного отощающаго вещества не крупнѣе обыкновеннаго щебня, заполняя промежутки въ немъ растворомъ. Принимаютъ, что величина включеній должна быть такъ соображена, чтобы по толщинѣ помѣщалось не менѣе 3—4 щебенокъ. Для удешевленія матеріала иногда во время трамбованія въ него вкладываютъ мѣстами крупные камни [1]).

Щебень. Форма щебенокъ имѣетъ слѣдующее значеніе: угловатая — способствуетъ лучшему сцѣпленію съ растворомъ, но даетъ нѣсколько большую пористость, чѣмъ округленная. Послѣдняя кромѣ того облегчаетъ скольженіе частицъ, а слѣдовательно и трамбованіе.

Природа отощающаго вещества должна отвѣчать составу бетона и тѣмъ требованіямъ, которыя предъявляются къ нему. При жирномъ бетонѣ эта примѣсь располагается какъ бы отдѣльными включеніями и потому крѣпость щебня, согласно опытовъ Феррэ, должна мало вліять на крѣпость всего бетона. При тощемъ и слабомъ бетонѣ, напротивъ, отощающее вещество составляетъ скелетъ, отъ природы котораго не можетъ ни зависить и сопро-

1) Слѣдуетъ замѣтить, что разница въ величинѣ промежутковъ крупнаго отощающаго вещества и частицъ песку при тѣхъ же размѣрахъ, при которыхъ онъ примѣняется на работахъ, выходитъ настолько большой, что можно было бы помѣстить между ними еще частицы промежуточной крупности. Однако, какъ это видно изъ тѣхъ же опытныхъ данныхъ проф. Малюга, объемная пористость смѣси трехъ песковъ различной крупности (1/3—1/60 см.) даже при лабораторныхъ, болѣе тщательныхъ опытахъ не опускается ниже 28%. На практикѣ она можетъ получиться и замѣтно большей въ силу того сопротивленія, которое представляетъ цементъ при перемѣщеніи частицъ бетона, способныхъ занимать случайное, а не самое выгодное положеніе.

тивленіе бетона. Для внутреннихъ частей сооруженій будетъ часто достаточнымъ *кирпичный* щебень, во многихъ случаяхъ — *известковый* изъ плиты и только для морскихъ и крѣпостныхъ построекъ необходимъ *гранитный* [1]).

Машинная бойка даетъ щебень болѣе неправильнаго вида съ большимъ количествомъ мелочи и пустотъ между кусками, но обходится дешевле.

Для опредѣленія *пропорцій составныхъ частей бетона* слѣдуетъ имѣть въ виду, что отсѣянный щебень въ среднемъ заключаетъ около 45—50% пустотъ. Кладя нѣкоторый запасъ на недостаточно совершенное смѣшеніе составныхъ частей, найдемъ, что при заполненіи промежутковъ раствору придется взять около 2 разъ менѣе объема камня. Тогда при нормальномъ цементномъ растворѣ въ 1 : 2½, составъ *средняго бетона*, т. е. соотношеніе между цементомъ, пескомъ и щебнемъ, получится въ **1 : 2,5 : 5**, и послѣ смѣшенія это дастъ около 5 объемовъ бетона.

Для перехода къ *жирному бетону* слѣдуетъ брать болѣе жирный цементный растворъ и нѣсколько менѣе крупныхъ включеній, чтобы обезпечить даже при недостаточномъ смѣшеніи сцѣпленіе между ними. Такимъ образомъ можно получить пропорцію **1 : 2 : 4**, примѣняемую въ нашихъ крѣпостяхъ для частей построекъ, подверженныхъ дѣйствію непріятельскихъ снарядовъ.

При *тощемъ бетонѣ*, поступая обратно, получаютъ соотношеніе **1 : 3 : 7**, употребляющееся для тѣхъ крѣпостныхъ сооруженій, которыя не подвержены прямому дѣйствію снарядовъ; при еще болѣе тощемъ—1 : 4 : 10 и т. д., доводя количество цемента до 1/14 и даже до 1/20 отъ объема всѣхъ отощающихъ веществъ.

Вообще же, выбирая отощающія вещества съ наименьшей пористостью и принимая всѣ мѣры уплотненія бетона, можно получить *наиболѣе экономическій матеріалъ* съ крѣпостью, отвѣчающей относительному количеству цемента.

Размѣры пустотъ въ крупныхъ включеніяхъ колеблятся довольно сильно въ зависимости отъ формы ихъ и способа обращенія камня въ щебень. Махіельсъ полагаетъ возможнымъ принять слѣдующую пористость.

Въ круглыхъ валунахъ разныхъ размѣровъ . . .	33—40%
» » одинаковыхъ »	40—44
Въ битомъ щебнѣ разныхъ »	44—50
» » одинаковыхъ »	48—56

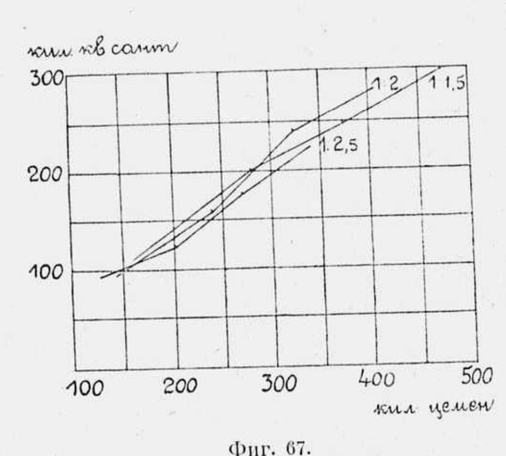
По даннымъ одного завода въ Бельгіи, пористость всѣхъ подобныхъ матеріаловъ въ сухомъ видѣ больше, чѣмъ пропитанныхъ водой на 5—10%, почему она и должна опредѣляться въ сухомъ ихъ состояніи.

Значеніе пропорцій составныхъ частей бетона, указанныхъ выше лишь приблизительно, слѣдуетъ признать еще недостаточно выясненнымъ, судя по тому разнообразію,

1) Гранитный щебень долженъ быть отсѣянъ и промытъ, такъ какъ замѣчено, что мелкія пылевыя частицы понижаютъ его крѣпость. Кирпичный щебень лучше другихъ сцѣпляется съ растворомъ и вмѣстѣ съ гарью даетъ самый огнестойкій бетонъ.

какое существуетъ при одномъ и томъ же характерѣ построекъ. Такъ, для портовъ въ Туne примѣнялось соотношенie 1 : 2½ : 6½, Aberdeen—1 : 3 : 4 и 1 : 4 : 5, Newhaven—1 : 2 : 5, Columbo—1 : 2 : 6, Umuiden—1 : 3 : 5 и 1 : 1½ : 2½. Повидимому, подбирая величину и количество отощающихъ веществъ въ бетонѣ, слѣдуетъ стремиться къ уменьшенiю пористости и поверхности зеренъ, не увлекаясь сортировкой для полученiя надлежащаго количества промежуточныхъ щебенокъ, такъ какъ при смѣшенiи частицы разнаго размѣра рѣдко попадутъ въ надлежащее мѣсто, тогда какъ сравнительно крупный щебень и песокъ могутъ смѣшаться гораздо легче, лишь бы послѣднiй былъ покрупнѣе.

Къ тому же, согласно опытамъ Кандло, на раздавливанiе кубиковъ въ 10 см. изъ трамбованнаго бетона различнаго состава (куб. метръ щебня вѣсилъ 1.370 кил. съ количествомъ пустотъ въ 47,4% и песка 1.300 килогр.), черезъ 28 дней оказывается, что крѣпость послѣдняго (фиг. 67), главнымъ образомъ зависитъ отъ относительнаго количества цемента (въ килогр. на куб. метръ бетона) и почти не зависитъ отъ того, взято-ли было раствора въ 1,5 или въ 2,5 раза меньше, чѣмъ щебня (цифры на чертежѣ), хотя для тощихъ растворовъ съ содержанiемъ цемента менѣе 300 кил. и получается характерный перегибъ какъ при щебнѣ, такъ и при кругломъ камнѣ.

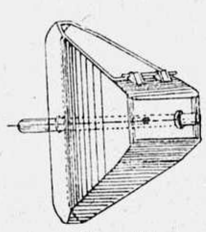


Фиг. 67.

Во всякомъ случаѣ нѣтъ особеннаго основанiя сближать количество песку и щебня больше, чѣмъ вдвое, вводя вмѣсто послѣдняго болѣе пористый матерiалъ изъ раствора. Поэтому пропорцiя, напримѣръ, 1 : 4 : 5 должна быть признана нерацiональной. Напротивъ, для полученiя болѣе крупнопористаго и менѣе теплопроводнаго бетона можно уменьшать количество песку при томъ же количествѣ цемента.

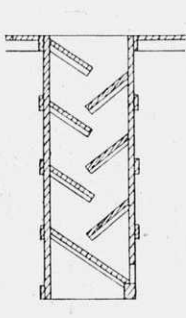
Количество воды, прибавляемое къ бетону, опредѣляется необходимостью затворенiя цемента, смачиванiя песку и включенiй. Практически же для жирныхъ и нормальныхъ бетоновъ оно признается достаточнымъ, если *при трамбованiи вода начинаетъ только слегка появляться на поверхности.*

Смѣшиванiе составныхъ частей бетона производится ручнымъ способомъ и машиннымъ, которое оказывается болѣе выгоднымъ только при достаточномъ объемѣ работъ. Въ этомъ случаѣ пользуются особыми вращающимися *бетоньерками* (**фиг. 68**), такъ устроенными, чтобы при вращенiи ихъ не происходило пересортировки отощающихъ веществъ (для достаточнаго смѣшенiя требуется 16 — 20 оборотовъ ея), или же прибѣгаютъ къ помощи *воронокъ* (**фиг. 69**), чаще сколоченныхъ изъ досокъ. Нерѣдко приспособленiя для приготовленiя бетона съ цѣлью болѣе удобнаго приведенiя ихъ въ дѣйствiе механическими



Фиг. 68.

двигателями сгруппировываются вмѣстѣ, образуя „бетонный заводъ“. Послѣднiй долженъ располагаться возможно ближе къ мѣсту работъ и такимъ образомъ, чтобы количество затрачиваемой энергiи получилось наименьшимъ. То же самое соблюдаютъ и при ручномъ приготовленiи бетона, соединяя платформы для промывки щебня и смѣшенiя составныхъ частей въ одномъ мѣстѣ и снабжая ихъ водопроводомъ.



Фиг. 69.

Самое *смѣшенiе* обыкновенно производятъ одновременно для щебня, песка и цемента, но лучшiе результаты, въ особенности при тощихъ растворахъ, получаются при предварительномъ соединенiи цемента съ пескомъ.

Смачиванiе смѣси водой предпочтительнѣе совершается при посредствѣ садовыхъ леекъ для того, чтобы предупредить вымыванiе цемента.

Производство бетонныхъ работъ.

Трамбованiе бетона признается обязательнымъ, исключая только затруднительныхъ случаевъ, напримѣръ, при подводныхъ работахъ. Трамбуютъ *горизонтальными слоями* около 6 дм. толщиной по возможности *безъ перерыва*, чтобы получить *монолитъ*, при чемъ при переходѣ къ набивкѣ новаго слоя поверхность стараго тщательно разрыхляется особыми граблями. То же самое, но еще въ болѣе значительной степени съ засыпкой чистымъ цементомъ, слѣдуетъ производить при перерывахъ, превосходящихъ время схватыванiя цемента. Вообще работаютъ трамбовками около 25 фунт. вѣсомъ, проходя каждую полосу 3—4 раза [1]).

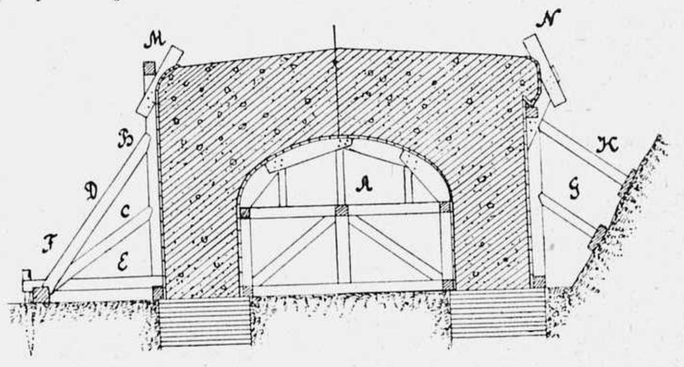
Кладка на сушѣ. Для удобства трамбованiя и приданiя бетонному массиву требуемаго вида, устраиваются особыя формы и

[1]) Опредѣленiе толщины слоя тѣсно связано съ вѣсомъ трамбовки и усилiемъ рабочаго. Практика установила наиболѣе выгодный вѣсъ трамбовки въ 20—30 фунт. (съ площадью около 25 кв. дм.). Были опыты трамбованiя болѣе тяжелыми трамбовками и на большую толщину, но разслаиванiе бетона выходило еще значительнѣе обыкновеннаго, такъ какъ съ поверхности уплотненiе происходило сильнѣе, и матерiалъ получался менѣе однородный. Во всякомъ случаѣ, даже при непрерывномъ веденiи работы, происходитъ разница уплотненiя, которая въ связи съ выщелачиванiемъ верхнихъ частей выступающей при трамбованiи водой, какъ показываютъ опыты надъ скалыванiемъ бетона вдоль соприкосновенiя слоевъ, является причиной того, что въ буквальномъ смыслѣ слова „монолита“ почти не оказывается, и чѣмъ больше проходитъ времени между набивкой смежныхъ слоевъ, и хуже разрыхляются верхнiя ихъ поверхности, тѣмъ скорѣе и легче проявляется „слоистость“ его.

По тѣмъ же причинамъ является крайне нежелательнымъ выведенiе торцовъ слоевъ на верхнюю поверхность сооруженiя, на которой могутъ собираться и потомъ легче просачиваться атмосферные осадки. Слѣдовательно, трамбованiе наклонными слоями является мало рацiональнымъ и къ тому же не особенно удобнымъ въ смыслѣ производства работы.

щиты въ видѣ досчатой опалубки изъ не широкихъ досокъ чаще въ 1—1½ дм. толщиной. Для жесткости они снабжаются ребрами, располагаемыми на разстояніи 1—1½ арш., смотря по толщинѣ досокъ.

Въ случаѣ набивки, напримѣръ, крѣпостного траверса (**фиг. 70**), ребра могутъ состоять изъ стоекъ В, связанныхъ лежнями и

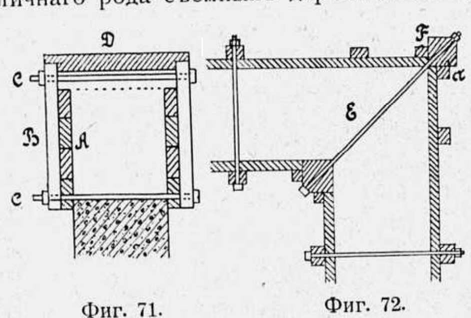


Фиг. 70.

насадками и распертыхъ подкосами С и D. Подкосы упираются въ брусья F, соединенные съ каркасомъ схватками Е и укрѣпленные кольями, или же при посредствѣ подкладокъ въ откосы (правая сторона чертежа). Круглыя и другія фасонныя выемки части устраиваются при помощи кружалъ А и накладокъ М и N.

Набивка бетономъ начинается снизу по всему обводу постройки, при чемъ во избѣженіе пересортировки матеріала стараются не бросать его съ высоты, большей 1 саж.

Формовка бетонныхъ стѣнъ производится посредствомъ различнаго рода съемныхъ деревянныхъ щитовъ, постепенно переносимыхъ на готовыя уже части. На стѣну (**фиг. 71**) ставятъ щиты А, стянутые двумя парами желѣзныхъ болтовъ С и удерживаемые отъ сближенія схватками D. Въ пересѣченіяхъ укрѣпляются при посредствѣ болта Е угловые бруски F съ прибоинами а (**фиг. 72**), въ которыя и упираются щиты. Для удер-



Фиг. 71. Фиг. 72.

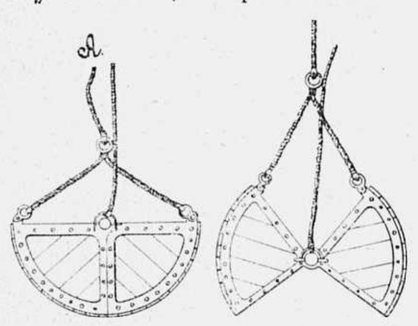
жанія ощитовки въ вертикальномъ положеніи по бокамъ ея устанавливаются направляющія рейки.

По мѣрѣ набивки участка между щитами послѣдніе отнимаются съ освобожденіемъ болтовъ, которые во избѣжаніе сцѣпленія съ бетономъ предварительно обмазываются известковымъ растворомъ. Для образованія всякаго рода отверстій вставляются коническія пробки, постепенно выдвигаемыя во время работы.

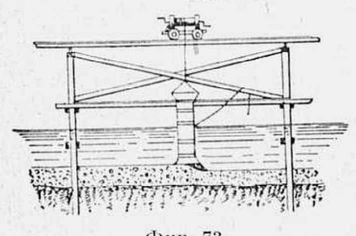
Кладка бетона подъ водой исключаетъ возможность примѣненія трамбованія и только въ рѣдкихъ случаяхъ сопровождается *укатываніемъ* его. Поэтому, какъ вслѣдствіе этой причинѣ, такъ и того, что морская вода дѣйствуетъ на цементъ разрушающимъ образомъ, приходится употреблять по преимуществу жирные бетоны, отличающіеся наименьшею пористостью. Самое заполненіе подводнаго сооруженія бетономъ производится слѣдующими способами:

1) *Накидкой* или *укладкой массивовъ*, величина которыхъ сообразуется съ силой волны и съ тѣми приспособленіями для опусканія ихъ, которыя имѣются въ распоряженіи [1]).

2) *Опусканіемъ бетона* а) въ особыхъ *ящикахъ* (**фиг. 73**), раскрывающихся и опоражнивающихся на мѣстѣ назначенія при дѣйствіи веревкой А; бросаніе же бетона въ воду съ подмостей не можетъ быть допущено вслѣдствіе вымыванія цемента и сортировки отощающихъ веществъ и b) посредствомъ особыхъ *воронокъ* (**фиг. 74**), двигающихся на пловучихъ или постоянныхъ лѣсахъ въ зигзагообразномъ направленіи. При переходѣ къ новому слою посылаются водолазы, которые разрыхляютъ поверхность уложеннаго раньше бетона и удаляютъ осаждающійся послѣ разложенія цемента бѣлый известковый налетъ.



Фиг. 73.



Фиг. 73.

[1]) Передъ опусканіемъ въ воду рекомендуется выдерживать массивы возможно долгое время (не менѣе мѣсяца) на воздухѣ для образованія снаружи оболочки изъ углекислой извести, защищающей бетонъ отъ размыванія. Въ Англіи массивы дѣлаются изъ жирнаго бетона только снаружи.

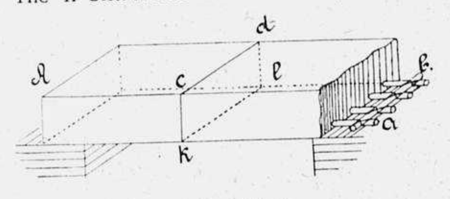
Разрѣзка бетонныхъ сооруженій. Длинныя сооруженія, напримѣръ, набережныя, эскарповыя стѣнки, измѣняясь въ объемѣ вслѣдствіе нагрѣванія и охлажденія наружнаго воздуха, въ рѣдкихъ только случаяхъ могутъ имѣть свободное перемѣщеніе на фундаментѣ. Поэтому, вообще говоря, они должны періодически получать натяженія, которыя при извѣстной длинѣ построекъ могутъ превосходить сопротивленіе матеріала.

Для предупрежденія появленія при этомъ трещинъ случайной неправильной формы заранѣе *разрѣзаютъ сооруженіе на отдѣльныя части*, сообразуясь съ конструктивными его особенностями [1]).

Желѣзо-бетонъ.

Усиленіе бетона желѣзомъ практиковалось уже въ пятидесятыхъ годахъ прошлаго столѣтія, значительное же распространеніе оно получило со временъ Монье, который сталъ примѣнять его къ устройству резервуаровъ, трубъ и т. п.

Совмѣстная работа этихъ двухъ матеріаловъ оказалась возможной вслѣдствіе хорошаго сцѣпленія цемента съ желѣзомъ и почти одинаковаго коэффиціента расширенія ихъ при нагрѣваніи. Усиленіе же бетона желѣзомъ представлялось всегда желательнымъ на томъ основаніи, что бетонъ хорошо сопротивляется сжатію и значительно слабѣе (около 6—10 разъ) растяженію.



Фиг. 75.

Вообразимъ бетонную плиту A (**фиг. 75**), подверженную вертикальной нагрузкѣ. Подъ вліяніемъ послѣдней въ поперечномъ сѣченіи kcde получится нѣкоторое напряженіе матеріала. Выше нейтральной линіи будетъ существовать сжатіе, ниже—растяженіе. Введя въ нижнюю часть плиты рядъ продольныхъ желѣзныхъ стержней a, тѣсно связанныхъ съ бетонной массой, мы тѣмъ самымъ усилимъ сопротивленіе ея растяженію. Соединивъ же продольные стержни поперечными b, получимъ совмѣстно работающую *желѣзо-бетонную конструкцію.*

Форма и толщина закладываемаго въ бетонъ желѣза выбирается сообразно съ назначеніемъ и системой конструкціи. Въ

---

1) Практика показываетъ, что при отсутствіи искусственныхъ разрѣзокъ въ крѣпостныхъ сооруженіяхъ естественныя трещины появляются приблизительно черезъ каждыя 7—9 саж. (Бельгія).

большинствѣ случаевъ примѣняютъ сѣтку изъ круглаго желѣза въ 5—25 миллим. и разстояніемъ около 70 мм. [1]).

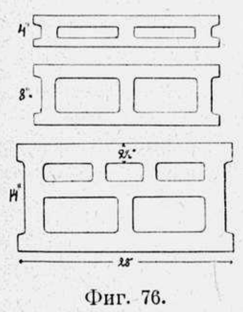
Растворъ предпочтительнѣе назначаютъ жирный отъ 1 : 1 до 1 : 3, такъ какъ замѣчено, что сцѣпленіе съ желѣзомъ возрастаетъ съ увеличеніемъ количества цемента. Крупныя включенія, если и прибавляются, то самыхъ небольшихъ размѣровъ для облегченія затрамбовыванія промежутковъ между прутьями. Съ цѣлью достиженія хорошаго сцѣпленія желѣзо берется совершенно чистымъ, въ бетонѣ же при отсутствіи трещинъ оно отлично сохраняется.

При производствѣ работъ укладываютъ сначала на опалубку при посредствѣ особыхъ подкладокъ желѣзную сѣтку, которую и затрамбовываютъ бетономъ. Особенное вниманіе обращаютъ на тщательность выбора матеріала и исполненія, при недостаточности которыхъ, какъ показала практика, легко могутъ происходить обрушенія.

Въ настоящее время дѣлаются попытки примѣненія желѣзобетона къ крѣпостнымъ сооруженіямъ для уменьшенія толщины перекрытій при защитѣ отъ фугасныхъ бомбъ.

Фасонные камни изъ растворовъ.

Распространеніе различныхъ издѣлій изъ цементнаго раствора и бетона обусловлено удобствомъ и простотой приготовленія ихъ. Величина щебня, песка и гравія сообразуется съ размѣрами издѣлія и характеромъ поверхности ихъ. Чаще пользуются крупнымъ пескомъ, какъ основнымъ, съ примѣненіемъ мелкаго для наружнаго слоя. Вообще же избѣгаютъ слишкомъ жирныхъ и жидкихъ растворовъ. Для полученія особенно плотнаго и крѣпкаго фабриката трамбованіе замѣняютъ прессованіемъ. Формовка производится въ раздвижныхъ желѣзныхъ или деревянныхъ формахъ.

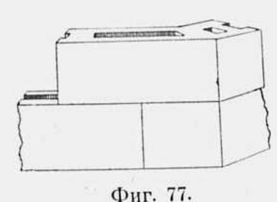

Фиг. 76.

Пустотѣлые камни назначаются для кладки стѣнъ и потому снабжаются надлежащимъ количествомъ пустотъ съ цѣлью уменьшенія теплопроводности. Камни приготовляются различныхъ типовъ и размѣровъ (**фиг. 76**) съ углубленіями въ торцахъ для лучшаго соединенія ихъ при укладкѣ. При встрѣчѣ стѣнъ

---

1) Количество желѣза при этомъ выходитъ въ среднемъ около 2—5% отъ бетона.

подъ косымъ угломъ (**фиг. 77**) иногда употребляются особые угловые камни [1]).



Фиг. 77.

Трубы формуются для достиженія водонепроницаемости изъ довольно жирнаго раствора и иногда асфальтируются съ внутренней поверхности. Они соединяются между собой въ четверть или раструбомъ.

Ступени и плитки трамбуются для удешевленія въ два слоя; наружный—изъ болѣе жирнаго раствора **1:1** и внутренній — изъ тощаго или средняго. Для полученія красиваго вида снаружи вкрапливаются кусочки мрамора и поверхность отшлифовывается [2]).

Гипсовыя доски находятъ большое примѣненіе въ строительномъ дѣлѣ для устройства легкихъ перегородокъ, потолочныхъ заполненій и различныхъ каналовъ. Онѣ формуются въ деревянныхъ шарнирныхъ формахъ, смазываемыхъ обыкновенно растворомъ стеарина въ керосинѣ. Для уменьшенія въ вѣсѣ и стоимости къ гипсу часто прибавляютъ древесныя опилки, солому и дрань, которые могутъ даже нѣсколько увеличивать сопротивленіе матеріала на изломъ. Отдѣльныя доски соединяются между собой на проволочныхъ вставныхъ шипахъ и въ шпунтъ, соотвѣтственно оставляемый въ нихъ при отливкѣ [3]).

Такимъ же образомъ изготовляются розетки, кронштейны и другія *лѣпныя издѣлія*, при чемъ вслѣдствіе болѣе сложнаго

---

[1]) Камни обыкновенно дѣлаются въ 3—16 дм. шириной, 24—32 дм. длиной и 8 дм. вышиной, съ толщиной стѣнокъ 1—3 дм. и составомъ бетона въ 1 : 2 : 4 при тонкихъ стѣнкахъ и отъ 1 : 1 : 5 до 1 : 1 : 10 при толстыхъ. Для уменьшенія теплопроводности камней (цементный растворъ средняго состава проводитъ тепло приблизительно въ $1^1/_2$ раза лучше, чѣмъ кирпичъ) полезно увеличивать пористость, примѣняя вмѣсто щебня гарь, которая облегчаетъ кромѣ того забивку въ стѣны гвоздей.

[2]) Къ опытамъ Бемэ чистый цементный растворъ хуже сопротивляется истиранію, чѣмъ съ пескомъ, и по истираемости одинаковъ съ растворомъ $1:3^1/_2$. Наименьшей истираемостью обладаютъ растворы 1 : 1 и 1 : 2 съ крупнымъ пескомъ, однако на практикѣ для достиженія болѣе гладкаго вида и облегченія шлифовки часто предпочитаютъ чистый цементный растворъ тѣмъ болѣе, что онъ оказывается все-таки достаточно твердымъ. Уложивши на дно формы кусочки мрамора, ихъ заливаютъ сначала чистымъ цементнымъ растворомъ и затѣмъ заполняютъ остальную часть формы бетономъ. По истеченіи нѣсколькихъ дней, во время которыхъ издѣлія обязательно держатся въ сырой атмосферѣ, они шлифуются и обливаются горячимъ льнянымъ масломъ или флюатируются. На окраску употребляется ультрамаринъ, сажа, соли желѣза и другія вещества, не дѣйствующія на цементъ. Для облегченія подтески бетонъ часто составляется изъ кирпичнаго щебня. Согласно испытанію на одной частной постройкѣ ступени 8 верш. шириной и $(1+3)^1/_2$ верш.) толщиной при составѣ бетона 1 : 2 : 1 съ битымъ кирпичемъ черезъ мѣсяцъ послѣ приготовленія выдерживали 40 пуд. сосредоточеннаго груза (разстояніе между опорами было $2-2^1/_4$ арш.).

[3]) Слѣдуетъ имѣть въ виду, что гипсъ съ теченіемъ времени нѣсколько усыхаетъ и потому въ стыкахъ досокъ часто даетъ трещины. Кромѣ того онъ размокаетъ въ сырыхъ мѣстахъ и по слабости легко проламывается, если можетъ подвергаться случайнымъ ударамъ.

очертанія формы для отливки ихъ дѣлаются изъ раствора очищеннаго столярнаго клея [1]).

Искусственный мраморъ приготовляется изъ гипсоваго раствора съ прибавленіемъ столярнаго клея, который назначается для увеличенія плотности, замедленія твердѣнія и облегченія полировки. Полученіе надлежащаго рисунка достигается соединеніемъ различно окрашенныхъ кусковъ гипсоваго тѣста, соотвѣтственно свернутыхъ и перемятыхъ.

Кромѣ перечисленныхъ искусственныхъ камней извѣстны еще слѣдующіе.

Известковый кирпичъ, приготовляемый ручнымъ способомъ изъ известковаго раствора 1:4, но отличающійся малой крѣпостью и прочностью.

Силикатовый кирпичъ, прессуемый изъ смѣси кварцеваго песка съ 6—10% известковаго тѣста и подвергающійся въ теченіе 8—14 часовъ дѣйствію пара при давленіи 6—10 атмосф. для образованія силикатовъ извести. Главнымъ недостаткомъ этого кирпича является слабое сопротивленіе вывѣтриванію и морозу.

Гипсовый бетонъ, изъ гидравлическаго гипса, песка и гравія съ соотвѣтственнымъ уколачиваніемъ. Пригоденъ только для надводныхъ сооруженій.

Скагліолъ, искусственный камень изъ гипсоваго раствора съ гарью и пескомъ.

Бетонъ Коанье, имѣвшій большое примѣненіе во Франціи въ пятидесятыхъ годахъ, приготовлялся изъ 1 части гашеной извести и 10 мелкаго песка съ малымъ количествомъ воды при сильномъ трамбованіи или прессованіи.

Магнезіальные камни, получаемые простымъ замѣшиваніемъ магнезіальнаго цемента Сореля съ пескомъ и другими примѣсями (магнолитъ).

Ксилолитъ, сильно прессованная полусухая масса изъ древесныхъ опилокъ съ цементомъ Сореля (плиты для половъ).

---

[1]) Для большей прочности и легкости въ настоящее время розетки формуются изъ особой смѣси гипса и бумаги съ прокладкой внутри остова изъ проволоки.

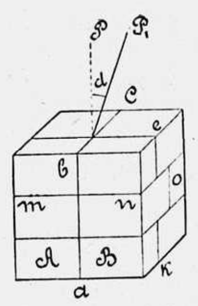
III.

Каменныя работы.

Когда не умѣли приготовлять хорошихъ строительныхъ растворовъ, важнѣйшія сооруженія старались высѣкать въ видѣ сплошного „монолита" изъ цѣльной горной породы, надѣясь этимъ способомъ обезпечить сооруженію наибольшую долговѣчность, какъ это мы видимъ на памятникахъ, между прочимъ, и древняго Египта. Въ настоящее время наличность такого сильнаго раствора, какъ цементный, позволяетъ создавать очень крѣпкія сооруженія изъ самаго мелкаго камня произвольной формы. Однако, при болѣе слабыхъ растворахъ форма и расположеніе употребляемыхъ для постройки камней не можетъ не играть уже извѣстной роли.

Такимъ образомъ возникаетъ необходимость опредѣленной искусственной „*разрѣзки*" всего сооруженія на отдѣльныя части примѣнительно къ существующимъ напряженіямъ, а также къ условіямъ производства работъ.

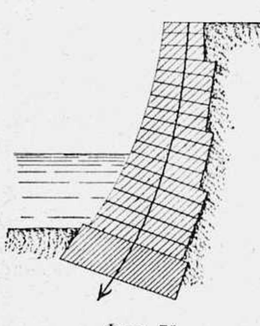
Силы, которыя дѣйствуютъ на сооруженіе, представляютъ главнымъ образомъ силу тяжести самого сооруженія и соотвѣтственной нагрузки, направленную *вертикально*. Къ силамъ, дѣйствующимъ *наклонно* и *горизонтально*, принадлежитъ распоръ сводовъ, давленіе земли, воды, вѣтра и т. п. Въ механикѣ разсматриваются условія такого положенія всѣхъ этихъ силъ, при которомъ сооруженіе сохраняетъ свое устойчивое равновѣсіе.



Фиг. 78.

Разрѣзка сооруженій. Для опредѣленія плоскостей разрѣзки по отношенію къ дѣйствующимъ силамъ вообразимъ для простоты постройку въ видѣ отдѣльнаго столба (**фиг. 78**). Очевидно, что для полнаго равновѣсія *разрѣзка* кладки по mno, называемая *главной*, должна быть направлена перпендикулярно къ равнодѣйствующей силѣ P, *второстепенная* же по abc—параллельно этой силѣ. Уклоненіе системы разрѣзки или, что то-же, равнодѣйствующей на нѣкоторый уголъ α (сила P_1)

естественно возможно только при томъ условіи, если сила сцѣпленія въ вертикальномъ швѣ abc и тренія въ слояхъ mno будетъ достаточной для противодѣйствія соотвѣтствующей составляющей силы P_1. И хотя коэффиціентъ тренія или tangα при соприкосновеніи кирпича даже со свѣжимъ растворомъ можетъ быть принятъ въ 0,5 (при $\alpha = 27^0$), но практически, на случай ослабленія тренія, стараются не превосходить и половины этой величины. При большихъ углахъ мѣняютъ соотвѣтственно самую разрѣзку, какъ это дѣлается, напримѣръ, въ опорныхъ стѣнахъ набережныхъ, мостовъ и доковъ (**фиг. 79**).


Фиг. 79.

Перевязка швовъ. При направленіи разрѣзки abc (**фиг. 78**) даже въ плоскости дѣйствія силы P, совмѣстная работа обѣихъ частей сооруженія A и B возможна только при достаточномъ соединеніи ихъ по этому шву. И такъ какъ на практикѣ эта задача часто возлагается на столь слабые, въ особенности въ первое время твердѣнія, растворы, какъ известковые, то представляется необходимымъ заведеніе однихъ швовъ за другіе, какъ это показано на боковой грани (koe), т. е. расположеніе швовъ не сквозными, а „*въ перевязку*". Съ уширеніемъ штрабы koe соотвѣтственно увеличивается и поверхность соприкасанія частей кладки, которая дѣлается наибольшей при захожденіи одного камня за другой на половину его величины.

Значеніе перевязки швовъ возрастаетъ съ употребленіемъ болѣе слабыхъ растворовъ и уменьшеніемъ величины и правильности формы самого камня.

Крѣпость кладки. Въ связи съ устойчивостью сооруженія въ цѣломъ, стремятся получить и надлежащую крѣпость отдѣльныхъ его частей, зависящую какъ отъ свойствъ матеріала, такъ и отъ относительныхъ размѣровъ этихъ частей.

При распредѣленіи напряженій по данному сѣченію сооруженія, хотя бы и не вполнѣ равномѣрно, считается необходимымъ прохожденіе равнодѣйствующей чрезъ *центръ этого сѣченія* и во всякомъ случаѣ *въ средней его трети*, такъ какъ принимаютъ, что при выходѣ ея изъ послѣдней уже могутъ получаться напряженія противоположнаго значенія съ раскрытіемъ швовъ [1]).

[1]) При значительно сосредоточенныхъ напряженіяхъ, напримѣръ, при устройствѣ опоръ для прогоновъ и колоннъ, можно нѣсколько увеличивать разсчетную площадь

Что касается самого *сопротивленія кладки*, то этотъ вопросъ еще недостаточно выясненъ. Несомнѣнно, работа раствора въ швахъ, вслѣдствіе небольшой толщины послѣднихъ, находится въ болѣе благопріятныхъ условіяхъ, чѣмъ при испытаніи образчиковъ въ видѣ *кубиковъ*. Поперечныя стѣны, балки и переборки также нѣсколько усиливаютъ сопротивленіе основныхъ частей. Съ другой стороны слѣдуетъ принять въ расчетъ нѣкоторую небрежность исполненія на практикѣ и существованіе при значительной вышинѣ стѣнъ *расслаиванія кладки* (**фиг. 80**).

Во всякомъ случаѣ можно считать установленнымъ *улучшеніе кладки съ увеличеніемъ крѣпости кирпича, раствора и тщательности въ работѣ*. Поэтому и обращаютъ особенное вниманіе на кладку такихъ частей, какъ столбовъ, сводовъ и другихъ сильно нагруженныхъ частей. Отсюда-же, какъ общее правило, при кладкѣ высокихъ частей изъ мелкаго и недостаточно правильнаго камня вытекаетъ *необходимость прокладки по высотѣ слоевъ болѣе ровнаго и постелистаго матеріала*.

Фиг. 80.

Въ отношеніи крѣпости кладки интересны изслѣдованія испытательной лабораторіи въ Лихтерфельдѣ (Н. Бурхарцъ) въ связи съ опытами общества англійскихъ архитекторовъ. Въ Берлинѣ складывались одна надъ другой обѣ половинки кирпича съ толщиной шва въ 1 см. и выпиливались изъ него кубики въ 6×6×6 см. съ такимъ расчетомъ, чтобы не менѣе 3 сторонъ оставалось нетронутыми.

Раздробленіе было произведено черезъ 28 дней и дало слѣдующіе результаты въ килогр. на кв. см. (среднія изъ 10):

Матеріалъ швовъ.	*Клинкеръ.*	*Кирпичъ(I).*	*Кирпичъ(II).*
1) Цементный растворъ безъ песка	382	130	97
2) Цементный растворъ 1 : 3 . . .	399	132	97
3) Известковый растворъ около 1 : 2	255	96	85
4) Мелкій сухой песокъ	185	93	72
5) Мелкій сырой песокъ	236	89	91
6) Кубикъ изъ кирпича безъ раствора	639	158	134

Крѣпость на раздробленіе раствора не приведена, но могла быть для известковаго около 15 кил. и чистаго цементнаго около 200 кил. На отрываніе одного кирпича отъ другого известковый растворъ давалъ около 0,9 кил. Эти цифры показываютъ, что крѣпость на раздавливаніе кирпича съ растворомъ или собственно шва мало зависитъ отъ вяжущаго вещества, почти сравниваясь съ швомъ изъ чистаго песка, что особенно замѣтно при известковомъ растворѣ, почти въ 6 разъ увеличивающемъ свою крѣпость въ видѣ шва. Кромѣ того, она нѣсколько возрастаетъ съ увеличеніемъ крѣпости самого кирпича.

Общество британскихъ архитекторовъ испытывало въ 1896—98 г. довольно большой массивъ кирпичной кладки 0,69×0,46 метра сѣченіемъ и 1,83 высотой. Образцы подвергались раздробленію черезъ 5 мѣсяцевъ послѣ приготовленія, при чемъ отдѣльная проба на раздробленіе черезъ тотъ же промежутокъ дала для цементнаго раствора 1 : 4 48—96 кил. и известковаго 1 : 2—отъ 6 до 18 кил. Получились слѣдующія цифры (среднія изъ 2) крѣпости для различнаго сорта кирпича (въ кил. на кв. сант.):

противъ той, на которую производится давленіе (см. стр. 26). Однако, въ особо важныхъ случаяхъ лучше этимъ не пользоваться. Въ предположеніи сооруженія вполнѣ упругимъ, можно принять, что при нормальномъ къ его поверхности направленіи силъ распредѣленіе равныхъ напряженій въ кладкѣ происходитъ по шаровымъ сферамъ.

	I.	II.	III.	IV.	V.
1) Кирпичъ	90	205	237	391	841
2) Кладка на цементѣ 1 : 4 . . .	43	56	61	90	146
3) Кладка на извести 1 : 2 . . .	20	34	33	39	123

Эти испытанія, весьма близко подходящія по размѣрамъ стѣны къ условіямъ дѣйствительности, показываютъ аналогичное съ предыдущимъ увеличеніе крѣпости кладки съ улучшеніемъ кирпича и даютъ для послѣдней при слабомъ кирпичѣ величину, только нѣсколько превосходящую сопротивленіе раствора въ видѣ кубиковъ.

На практикѣ для 6-этаж., напримѣръ, дома, при 3 саж. пролетахъ, вѣсѣ куб. саж. кладки въ 1000 пуд., собственномъ вѣсѣ 1 кв. саж. пола въ 80 пуд. и временной нагрузкѣ въ 25 пуд. (въ половину) напряженіе нижнихъ частей средней стѣны въ $2^1/_2$ кирпича можетъ доходить до 6,5 кил. на кв. см. Слѣдовательно, при полученномъ выше сопротивленіи кладки въ 20 кил. запасъ крѣпости оказывается всего около 3. Однако, должно быть принято во вниманіе и связывающее значеніе поперечныхъ стѣнъ, нѣкоторое окрѣпленіе кладки съ теченіемъ времени, спокойное положеніе главной нагрузки и неполное загруженіе этажей.

Согласно вѣнскимъ опытамъ, послужившимъ основаніемъ при составленіи тамошнихъ обязательныхъ постановленій, въ столбахъ могутъ быть допущены слѣдующія нагрузки въ кил. на кв. см., гдѣ d есть наименьшее измѣреніе сѣченія:

1) Кирп. кладка на известк. растворѣ при вышинѣ < 6d—5 кил.; отъ 6 до 8d—2,5 кил.; отъ 8 до 12d—не допускается.

2) Кирп. кладка на смѣшаг. растворѣ при выш. < 6d—7,5; отъ 6 до 8d—5; отъ 8 до 12d—не допускается.

3) Кирп. кладка на цементн. растворѣ при выш. < 6d—10; отъ 6 до 8d—7,5; отъ 8 до 12d—5.

4) Бутов. кладка на известк. растворѣ при выш. < 6d—4; отъ 6 до 8d не доп.; отъ 8 до 12d—не допускается.

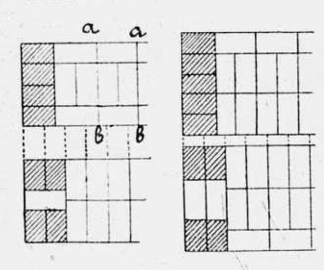
5) Бутов. кладка на смѣш. растворѣ при выш. < 6d—5; отъ 6 до 8d не доп.; отъ 8 до 12d—не допускается.

6) Клинкер. кладка на цемент. растворѣ при выш. < 6d—15; отъ 6 до 8d—12; отъ 8 до 12d—10.

Кирпичная кладка.

Относительная дешевизна, удобство въ работѣ и меньшая теплопроводность кирпича сравнительно съ естественными камнями дѣлаютъ его самымъ удобнымъ матеріаломъ для кладки сооруженій.

Такъ какъ въ стѣнахъ самыя опасныя напряженія по характеру нагрузки и небольшихъ размѣровъ ихъ въ толщину получаются въ боковомъ направленіи, то наиболѣе раціональнымъ должно быть признано расположеніе кирпича тычками поперекъ стѣны. Однако, желаніе имѣть толщину, различающей хотя бы по числу полукирпичей, и необходимость надлежащей перевязки въ смежныхъ рядахъ заставляетъ пользоваться и ложковыми рядами.



Фиг. 81.

Такимъ образомъ получается два типа кладки съ четнымъ и нечетнымъ числомъ полукирпичей въ стѣнѣ (**фиг. 81**)

съ перевязкой швовъ въ болѣе опасномъ направленіи, поперекъ стѣны, въ *полъ-кирпича* и въ менѣе опасномъ, вдоль стѣны, въ *четверть*. Образующіеся при этомъ вертикальные сквозные швы ab должны быть по необходимости допущены для простоты въ работѣ [1]). Если же опасаются боковыхъ усилій и хотятъ получить болѣе плотную кладку, то примѣняютъ соотвѣтственную систему перевязки или нѣсколько разгоняютъ внутренніе ряды кирпичей.

Виды кирпичной кладки.

При измѣненіи, главнымъ образомъ, положенія ложковыхъ рядовъ съ поверхности стѣны получаются слѣдующіе типы кирпичныхъ кладокъ:

1) **Цѣпная** или „перемѣнными рядами" (**фиг. 82**) съ тычковыми рядами, чередующимися по лицевой сторонѣ съ ложковыми (въ планѣ на **фиг. 81**); при этомъ въ одноименныхъ рядахъ всѣ швы располагаются по общей вертикали.

Фиг. 82. Фиг. 83.

Фиг. 84. Фиг. 85.

Въ особую группу могутъ быть выдѣлены кладки:

а) *Ложковая*, въ полъ-кирпича толщиной (**фиг. 86**) съ ложками, расположенными въ разбѣжку. Это единственный видъ кладки съ перевязкой по лицу стѣны въ 1/2 кирпича.

b) *Тычковая* подобно предыдущей (**фиг. 87**), но изъ однихъ тычковъ.

2) **Крестовая**, аналогичная съ цѣпной (**фиг. 83**), но съ третьимъ ложковымъ рядомъ, отодвинутымъ на полъ кирпича противъ перваго ложковаго, почему вся кладка представляется состоящей какъ-бы изъ крестовъ (Реформатская кирпичная церковь на Морской).

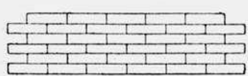
3) **Готическая** (польская) или кладка *верстою*. Она образуется (**фиг. 84**) изъ чередующихся въ разбѣжку смѣшанныхъ рядовъ тычковъ съ ложками.

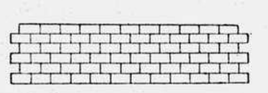
[1]) Это сказывается особенно сильно при расположеніи въ наружныхъ стѣнахъ вентиляціонныхъ и дымовыхъ каналовъ, стѣнки которыхъ выходятъ часто со сквозными вертикальными щелями, почему должны снаружи оштукатуриваться.

4) **Англійская** или трубная (**фиг. 85**), сходная по расположенію съ крестовой, но съ пропускомъ по одному тычковому ряду.

5) **Діагональная**. Она состоитъ (**фиг. 88**) изъ тычковыхъ и ложковыхъ лицевыхъ рядовъ съ заполненіемъ промежутковъ между ними косой кладкой въ разбѣжку. Мѣстами послѣдняя прерывается по высотѣ кладкой перемѣнными рядами.

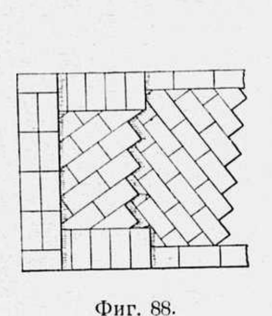
Фиг. 86.





Фиг. 87.

Сравнивая кладки между собой, можно сказать, что *крестовая* обладаетъ штрабой (прочерчено жирной линіей) съ наиболѣе глубокими и широкими выступами по лицу стѣны и потому наилучшимъ образомъ сопротивляется дѣйствію вертикальныхъ усилій; *англійская*—съ болѣе развитыми горизонтальными выступами въ штрабѣ вслѣдствіе сдвоенности ложковаго ряда, почему лучше другихъ противодѣйствуетъ горизонтальнымъ усиліямъ и употребляется преимущественно при возведеніи фабричныхъ трубъ; *готическая*—съ мало развитой штрабой, требуетъ примѣненія половинчатаго кирпича (**фиг. 89**), но даетъ почти вдвое меньшее число сквозныхъ вертикальныхъ швовъ ab, a_1, b_1...



Фиг. 88. Фиг. 89.

Съ увеличеніемъ толщины стѣны разница въ свойствахъ и сопротивленіи предыдущихъ кладокъ выравнивается, такъ какъ она существуетъ только въ ложковыхъ рядахъ, находящихся съ лица.

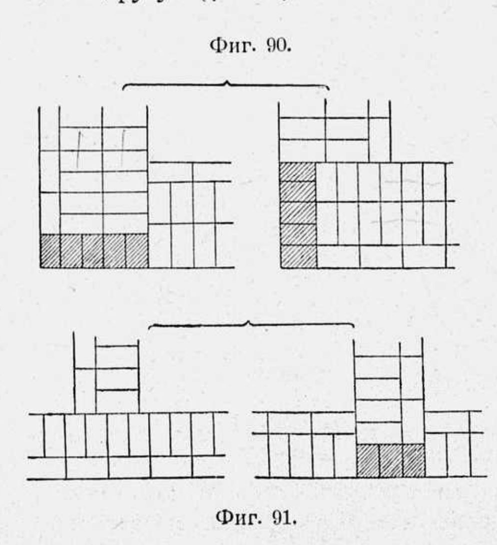
Всѣ эти кладки отличаются нѣкоторою сложностью въ работѣ, тогда какъ *цѣпная* при болѣе слабой штрабѣ является самой простой и потому чаще *употребительной*. Впрочемъ, нѣкоторыя изъ кладокъ находятъ примѣненіе главнымъ образомъ по эстетическимъ соображеніямъ. *Тычковая* и *ложковая* кладки употребляются преимущественно для печей и перегородокъ.

Діагональная кладка даетъ болѣе совершенную перевязку въ поперечномъ направленіи и облегчаетъ полученіе толщины стѣны независимо отъ числа полукирпичей въ ней, хотя требуетъ значительной подтески матеріала.

Встрѣча стѣнъ и заканчиваніе ихъ.

Всѣ сопряженія частей кирпичной кладки должны исполняться такимъ образомъ, чтобы получить перевязку не менѣе, какъ въ четверть кирпича съ *употребленіемъ наименьшаго количества тесаннаго матеріала.* Послѣдній помимо усложненія въ работѣ ухудшаетъ качество кладки, такъ какъ лишается съ отбитой стороны болѣе крѣпкой своей части. Трехчетверочный и половинчатый кирпичъ слѣдуетъ употреблять предпочтительнѣе четверочнаго, въ особенности долевого, и во всякомъ случаѣ околотыя грани направлять въ толщу кладки. Приводимыя ниже соединенія частей стѣнъ относятся къ обыкновенной цѣпной кладкѣ, какъ наиболѣе распространенной.

Встрѣча стѣнъ. При перпендикулярномъ положеніи частей: 1) *Кладка угла* ведется поперемѣннымъ пропусканіемъ рядовъ каждой стѣны сквозь другую (**фиг. 90**). И такъ какъ въ проходящемъ ряду удобнѣе всего достичь перевязки съ прилегающей стѣной въ 1/4 кирпича, то онъ и заканчивается трехчетверками. Для сохраненія же съ лица однообразной системы кладки выпускъ стѣны производится на тычковый рядъ. Такимъ образомъ получается слѣдующее правило перевязки на прямомъ углѣ: *слѣдуетъ всегда пропускать стѣну на тычковый рядъ и заканчивать столькими трехчетверками, сколько полукирпичей въ ней по толщинѣ.*


Фиг. 90.

Фиг. 91.

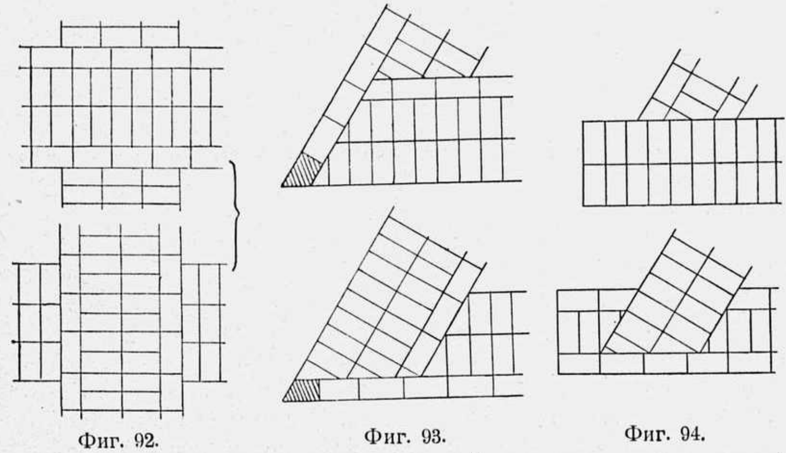
2) ***Примыканіе*** дѣлается аналогично предыдущему (**фиг. 91**), *выпуская черезъ рядъ прилегающую стѣну на тычки и заканчивая ее столькими трехчетверками, сколько полукирпичей въ ней по толщинѣ.*

3) ***Скрещиваніе*** производится поперемѣннымъ пропусканіемъ рядовъ встрѣчныхъ стѣнъ (**фиг. 92**). Продолжаться должны ложковые ряды съ такимъ расчетомъ, чтобы поперечные ихъ швы

отходили отъ долевыхъ въ прилегающей стѣнѣ на 1/4 кирпича, чѣмъ и достигается перевязка.

При всѣхъ этихъ соединеніяхъ отведеніе смежныхъ рядовъ на 1/4 кирпича и вообще размѣщеніе по стѣнѣ кирпича достигается разгонкой швовъ или вставкой трехчетверокъ.

При наклонномъ положеніи. 1) ***Кладка остраго угла и примыканіе*** во избѣжаніе выпуска на лицо тесаннаго кирпича не дѣлается какъ при прямомъ углѣ, а именно, чтобы скрыть притесанные тычки, пропускаютъ (**фиг. 93 и 94**) ряды только до ложковаго въ


Фиг. 92. Фиг. 93. Фиг. 94.

смежной стѣнѣ. При толстыхъ же стѣнахъ въ видахъ сохраненія общаго правила предоставляется возможнымъ оставить пропусканіе стѣны на тычковый рядъ, но не доводя ее до послѣдняго ряда съ лица.

2) ***Кладка тупого угла*** происходитъ такимъ образомъ (**фиг. 95**), что тычковый рядъ поочередно доводится до внутренняго угла по ab и cd. При большомъ же раствореніи сторонъ, чтобы не получать слишкомъ стесаннаго ложка прибавляются тычки bb_1 и dd_1. При уменьшеніи растворенія перевязка можетъ достигаться, какъ при остромъ углѣ (**фиг. 93**).

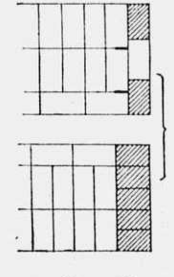


Фиг. 95.

3) ***Скрещиваніе*** ведется подобно тому, какъ это дѣлается при прямомъ углѣ съ поперемѣннымъ пропусканіемъ преимущественно ложковыхъ рядовъ.

Заканчиваніе стѣнъ производится также при

посредствѣ трехчетверокъ. Для достиженія полной перевязки (**фиг. 81**), ложковый рядъ оканчивается на обрѣзѣ стѣны столькими трехчетверками, сколько полукирпичей по толщинѣ ея, а тычковый двумя трехчетверками по угламъ. Для уменьшенія тески кирпича въ случаяхъ менѣе важныхъ ограничиваются на тычковомъ ряду (**фиг. 96**) двумя трехчетверками, допуская небольшія части швовъ (прочерчено жирной линіей) безъ перекрытія.

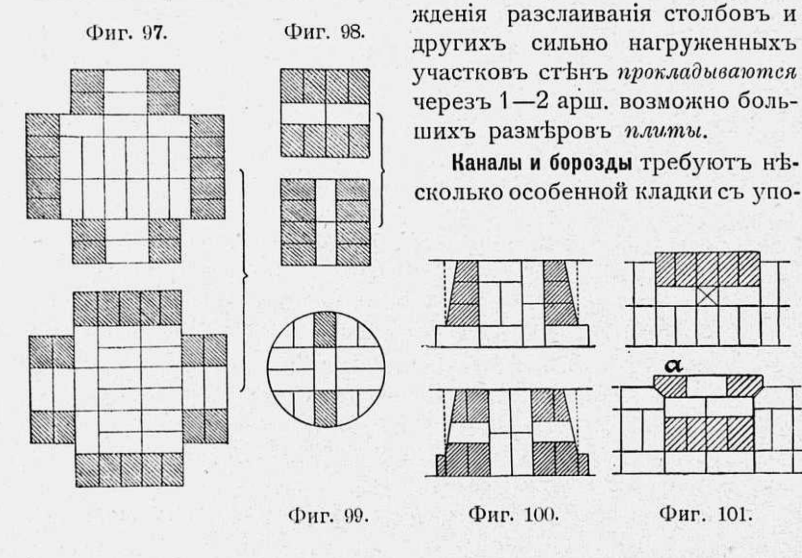


Фиг. 96.

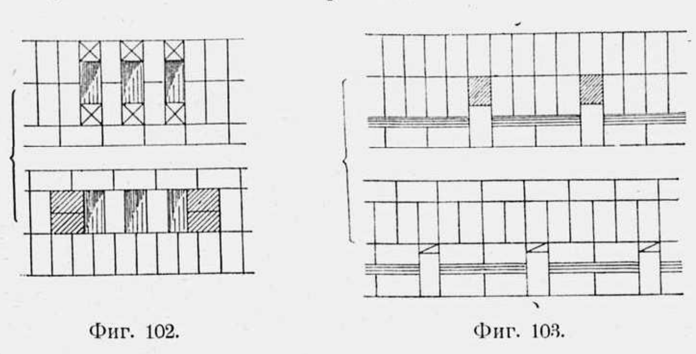
Кладка столбовъ прямоугольнаго очертанія производится, какъ короткаго участка обыкновенной стѣны (**фиг.** 97 и **98**), слѣдовательно съ двумя заканчиваніями посредствомъ трехчетверокъ. При кладкѣ фигурныхъ столбовъ приходится прибѣгать къ значительной тескѣ (**фиг. 99**), или пользоваться лекальнымъ кирпичемъ. Перевязка въ круглыхъ столбахъ иногда достигается поворотомъ ряда подъ угломъ въ 45°.

При кладкѣ оконныхъ простѣнковъ вслѣдствіе особаго очертанія ихъ въ планѣ помимо трехчетверокъ пользуются тесаннымъ кирпичемъ въ видѣ „крючковъ" и небольшихъ кусочковъ или „собачекъ" (**фиг. 100**). Кладка пилястръ и другихъ частей толщиной, кратной *четверти* кирпича, въ особенности неоштукатуренныхъ, производится (**фиг. 101**) при посредствѣ скошенныхъ кирпичей α вмѣсто собачекъ. Для усиленія и предупрежденія расслаиванія столбовъ и другихъ сильно нагруженныхъ участковъ стѣнъ *прокладываются* черезъ 1—2 арш. возможно большихъ размѣровъ *плиты*.

Каналы и борозды требуютъ нѣсколько особенной кладки съ употребленіемъ половинокъ (**фиг. 102**), которыя обязательно *поворачиваются отколотыми частями внаружу*. Это производится какъ для приданія каналу большей прочности и гладкаго вида, такъ и для того, чтобы сдѣлать мѣсто прохожденія его видимымъ съ лица и предупредить при установкѣ деревянныхъ переборокъ попаданіе въ каналы костылей.



Фиг. 97. Фиг. 98. Фиг. 99. Фиг. 100. Фиг. 101.



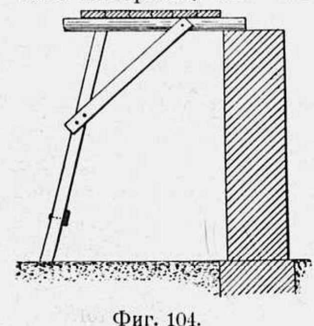
Фиг. 102. Фиг. 103.

Круглыя стѣны кладутся съ нѣкоторымъ утолщеніемъ швовъ и подтеской кирпича по ширинѣ, при малыхъ же радіусахъ иногда и съ употребленіемъ лекальнаго кирпича.

Стѣны съ прослойками получаютъ нормальную перевязку отдѣльно въ наружныхъ и внутреннихъ своихъ частяхъ, которыя мѣстами связываются насквозь пропущенными тычками (фиг. 103).

Подмости и лѣса.

По мѣрѣ возведенія зданія устраиваются особыя приспособленія, преимущественно изъ дерева, какъ болѣе легкаго и дешеваго матеріала, для помѣщенія рабочихъ и матеріала, а также для подъема послѣдняго. Стоя на мѣстѣ, рабочій можетъ производить кладку безъ особеннаго затрудненія при не слишкомъ толстой стѣнѣ до уровня плечъ, г. е. до 2 арш. по высотѣ. Еще на 2 арш. онъ можетъ подняться при посредствѣ *подмостей*, устраиваемыхъ изъ пустыхъ бочекъ, каменщичихъ ящиковъ и другого подручнаго матеріала. На большую высоту приходится приставлять „стелюги" (**фиг. 104**) и козла, преимущественно изъ досокъ.

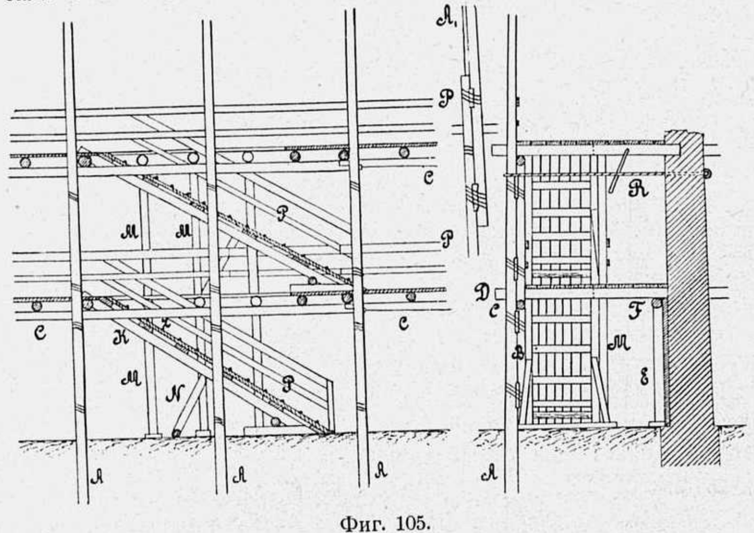


Фиг. 104.

При нѣсколькихъ этажахъ вмѣсто козелъ пользуются уже *лѣсами*. По конструкціи, они раздѣляются на *постоянные*, устраиваемые на продолжительное время и болѣе солидно, и *временные*, между которыми различаютъ *коренные, выпускные и подвижные*, какъ-то: *приставные, висячіе* и другіе, употребляемые для малярныхъ, штукатурныхъ и ремонтныхъ работъ.

Постоянные лѣса воздвигаются преимущественно для монументальныхъ построекъ при тяжеломъ штучномъ камнѣ, для поднятія и укладки котораго они главнымъ образомъ и назначаются. Эти лѣса состоятъ изъ брусчатыхъ или бревенчатыхъ стоекъ и схватокъ, приведенныхъ раскосами въ неизмѣняемую систему, и снабжаются лебедками и кранами на тележкахъ, передвигаемыхъ по рельсамъ.

Коренные лѣса состоятъ изъ стоекъ А („стояки", „подвязникъ") не тоньше 3 верш. въ отрубѣ, поставленныхъ на разстояніи 1—2 саж. отъ стѣны и около 1—2 саж. между собой (**фиг. 105**) и



Фиг. 105.

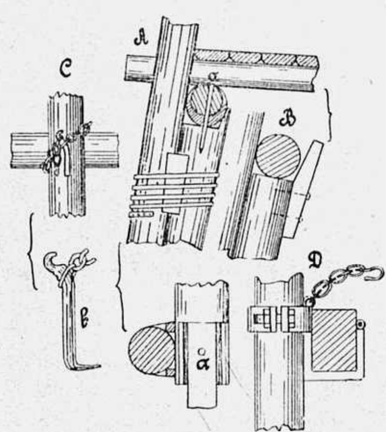
зарытыхъ въ землю толстыми своими частями на глубину 2—2½ арш. Для большей устойчивости онѣ нѣсколько наклоняются къ зданію и притягиваются къ нему канатами R съ закрутнями. При неимѣніи большого, цѣльнаго лѣса, стойки наращиваются наиболѣе тщательнымъ образомъ съ укрѣпленіемъ обручнымъ желѣзомъ и клиньями (A_1). Установка подвязника требуетъ большой осторожности и производится постепеннымъ его подъемомъ при помощи симметрично подставляемыхъ подпорокъ съ гвоздями.

Къ стойкамъ прислоняются при помощи схватокъ короткія бревна В („ушаки"), притягиваемыя обручнымъ желѣзомъ съ загонкой клиньевъ. На ушаки накладываютъ прогоны С („клади" или „слеги") для поддержанія поперечинъ D („пальцы"), на которыя и настилаются доски.

Другими своими концами пальцы укладываются въ оставляемыя въ стѣнѣ гнѣзда съ небольшимъ наклономъ къ постройкѣ для предупрежденія скатыванія матеріала внаружу. При устройствѣ послѣдующихъ ярусовъ на слеги ставятся новые ушаки, и работа продолжается тѣмъ же порядкомъ. Такъ какъ задѣлка гнѣздъ не можетъ быть сдѣлана достаточно чисто, то при неоштукатуренныхъ фасадахъ часто ставятъ второй рядъ ушаковъ Е со слегами F у стѣны.

Для сообщенія между этажами и подъема матеріала устанавливаются „стремянки" въ видѣ досчатыхъ сходней съ уклономъ въ ½ и набитыми для упора брусками. Онѣ располагаются обыкновенно въ средней части фасада и чтобы не прерывать сообщенія по этажамъ,—въ наружной части лѣсовъ, одинъ маршъ надъ другимъ. Стремянки подпираются подкосами N, а перерѣзанный ими настилъ полупальцами съ отдѣльными ушаками М.

Соединеніе всѣхъ частей для простоты, а также вслѣдствіе стремленія къ употребленію болѣе тонкаго матеріала стараются дѣлать въ накладку безъ глубокихъ врубокъ; для этого къ подвязнику ушаки приставляются, а слеги соединяются надъ ними особой ложкообразной притеской А отруба къ комлю (**фиг. 106**) или съ упоромъ (В). Заграницей часто практикуется употребленіе особыхъ желѣзныхъ хомутовъ D или цѣпочекъ С съ закрѣпами b, почему ушаки являются излишними.



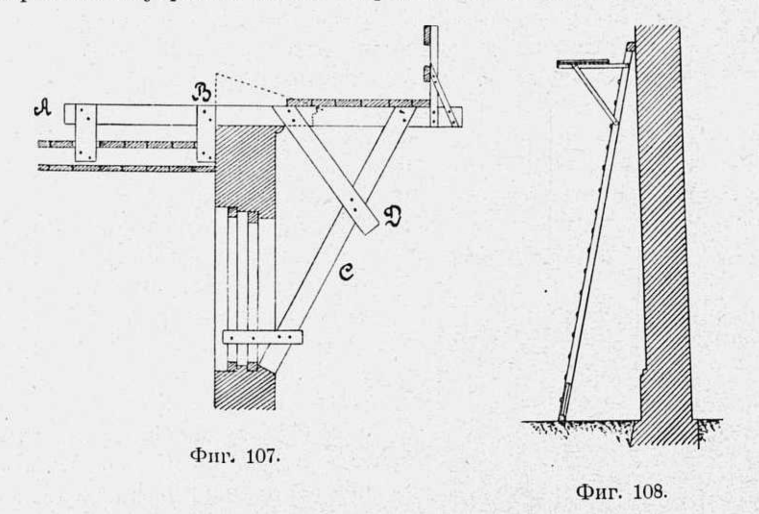
Фиг. 106.

Какъ этажи, такъ и стремянки *тщательно ограждаются достаточно крѣпкими перилами* изъ 2—3 рядовъ досокъ, во избѣжаніе часто повторяющихся несчастныхъ случаевъ.

Съ внутренней стороны стѣнъ лѣсовъ не устраиваютъ, пользуясь своевременно укладываемыми балками. Высоту этажей лѣсовъ для удобства производства работъ обыкновенно дѣлаютъ одинаковой съ таковой въ постройкѣ.

Вообще же стараются составлять лѣса изъ того матеріала, который можетъ быть потомъ употребленъ на другія части зданія, напримѣръ, настилъ—на черный полъ. Однако, при спѣшности въ работѣ это не всегда удается тѣмъ болѣе, что наши лѣса служатъ и для подъема тяжестей и потому дѣлаются излишне широкими и громоздкими, требующими большого количества матеріала. Организуя поднятіе грузовъ блоками, полиспастами и лебедками, можно не только упростить и облегчить устройство лѣсовъ, но и получить нѣкоторую экономію въ стоимости доставки всего матеріала. Если лѣса остаются на зиму, то они освобождаются обыкновенно отъ препятствующихъ движенію по тротуару частей и подшиваются тесомъ.

Выпускные лѣса употребляются при надстройкѣ существующихъ зданій, если признается невыгоднымъ и неудобнымъ начинать ихъ съ земли. Для этого, проложивъ, напримѣръ, досчатые пальцы A сквозь всю толщину стѣны или въ оконныхъ отверстіяхъ и закрѣпивъ внутренніе концы посредствомъ схватокъ B (фиг. 107),



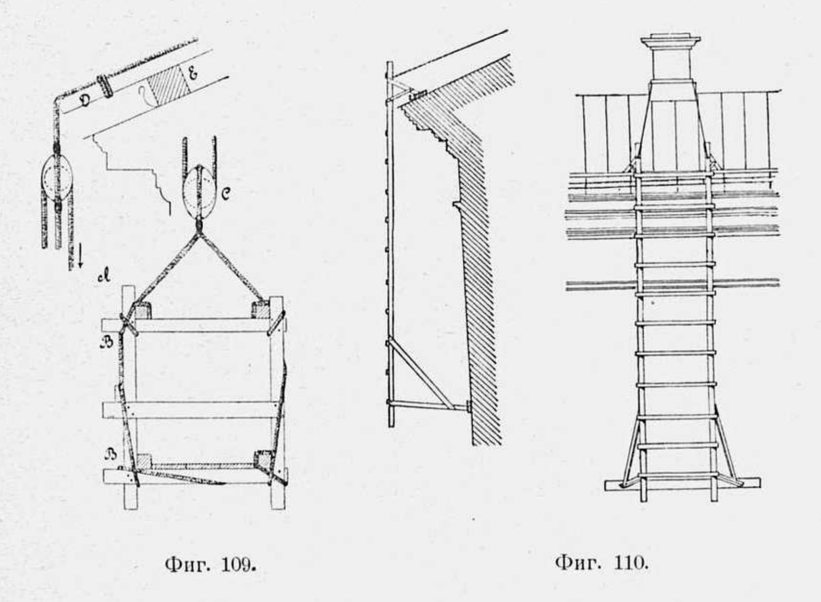
Фиг. 107.

Фиг. 108.

подпираютъ ихъ снаружи подкосами C, устанавливаемыми на междуэтажныхъ поясках и наружныхъ подоконникахъ. Для уменьшенія въ вѣсѣ ширину такихъ лѣсовъ рѣдко дѣлаютъ болѣе $2-2^1/_2$ арш. Иногда ограничиваются выпускомъ одного навѣса для безопасности движенія около зданія.

Приставные лѣса чаще представляютъ обыкновенныя лѣстницы (**фиг. 108**), снабженныя одной снаружи или нѣсколькими снутри площадками по высотѣ съ подкосами для помѣщенія рабочаго [1]).

Висячіе лѣса. Простѣйшій видъ этихъ лѣсовъ представляетъ *люлька* (**фиг. 109**), собираемая съ помощью гвоздей и веревокъ изъ 4—6 стоекъ A, соединенныхъ поперечниками B, съ настиломъ изъ тонкихъ досокъ. Она подтягивается канатами, перекинутыми черезъ систему блоковъ C, укрѣпленную при помощи



Фиг. 109.

Фиг. 110.

доски D и упора E за дымовую трубу. Люлька снабжается сверху ящикомъ для подручнаго инструмента и блокомъ для подъема матеріала. Примѣняется также *висячая лѣстница* (**фиг. 110**). Она упирается нижней своей перекладиной на стѣну, а верхней съ крючкообразнымъ загибомъ, чтобы не испортить желоба, на крышу.

При ремонтныхъ работахъ для болѣе удобнаго удаленія изъ

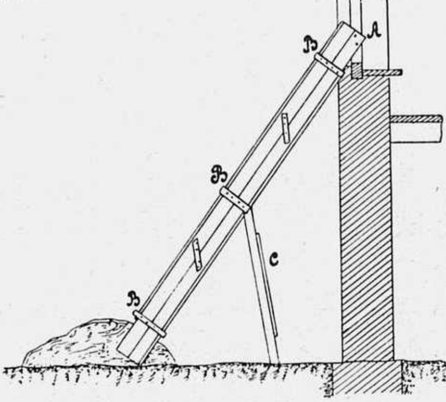
---

1) За границей обыденный способъ устройства лѣсовъ при ремонтѣ состоитъ въ установкѣ ряда лѣстницъ перпендикулярно къ фасаду, которыя удерживаются въ отвѣсномъ положеніи особыми крючками и болтами, зацѣпляемыми за оконныя рамы. Между поперечинами смежныхъ лѣстницъ на желаемой высотѣ укладываются доски, на которыхъ и помѣщаются рабочіе.

этажей мусора употребляются открытые или закрытые *желоба* на подставкахъ (**фиг. 111**).

Производство кирпичной кладки.

Только въ нѣкоторыхъ случаяхъ устройства дорожныхъ сооруженій, хозяйственныхъ построекъ и заборовъ, камни укладываются насухо, нормально же они соединяются растворомъ.

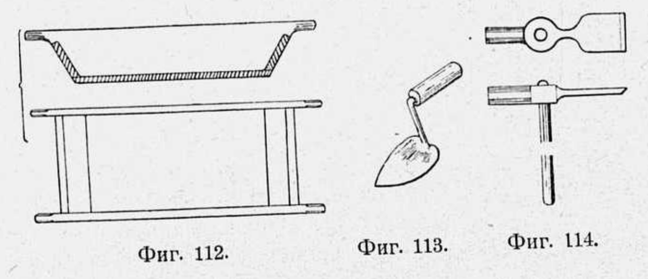


Фиг. 111.

Назначеніе раствора заключается: 1) въ соединеніи отдѣльныхъ камней между собой, 2) уничтоженіи щелей и защитѣ швовъ отъ атмосферныхъ осадковъ, 3) достиженіи болѣе полнаго и равномѣрнаго распредѣленія давленія.

Для производства кирпичной кладки употребляются слѣдующіе **инструменты и приспособленія**:

1) *Каменьщичій ящикъ* или ручное творило (**фиг. 112**), которое сколачивается изъ 1½—2 дм. досокъ съ обдѣлкою концовъ въ



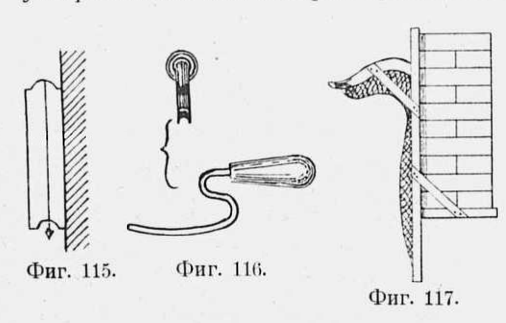
Фиг. 112. Фиг. 113. Фиг. 114.

видѣ ручекъ. Въ этомъ ящикѣ при помощи лопаты рабочіе составляютъ и затворяютъ строительные растворы.

2) *Кельня*, металлическая лопаточка съ ручкой (**фиг. 113**), посредствомъ которой накладывается и просовывается въ вертикальные швы растворъ.

3) *Молотокъ* (**фиг. 114**) для обтески кирпича и приколачиванія его во время кладки.

4) *Причалка* (шнуръ), *правило* (деревянный брусокъ около 2 дм. толщиной), *угольникъ, плотничный ватерпасъ* и *вѣсокъ* (**фиг. 115**), употребляемые для повѣрки правильности кладки.



Фиг. 115. Фиг. 116. Фиг. 117.

5) *Шайка* и *ушатъ* для разведенія жидкаго раствора и подливанія воды.

6) *Расшивка* (**фиг. 116**) для приданія шву опредѣленной профили.

Подноска матеріала производится:

1) *Носилками* иногда въ видѣ ящика или „окаренка“ (половина бочки отъ цемента) съ ручками.

2) *Козами* для носки кирпича на спинѣ (**фиг. 117**).

При нормальной толщинѣ стѣнъ каменщики разставляются парами съ лицевой и внутренней стороны, смотря по характеру кладки и спѣшности въ работѣ, при чемъ на углы, столбы и перемычки назначаются болѣе опытные изъ нихъ. Въ каждой парѣ, которая получаетъ общее творило и повѣрочный инструментъ, старшій наблюдаетъ за ходомъ работы и періодически производитъ необходимую провѣрку. При тонкихъ стѣнахъ работа можетъ вестись съ одной стороны.

Кирпичи сначала раскладываются „насухо“ для того, чтобы выполнить перевязку, при чемъ набѣганіе тычковъ лишь съ лица исправляется утолщеніемъ швовъ или вставленіемъ трехчетверокъ. Затѣмъ, подливши въ требуемомъ положеніи „маячные кирпичи“, натягиваютъ причалку и по ней укладываютъ остальные. Какъ кирпичъ, такъ и то мѣсто, куда онъ долженъ быть положенъ, предварительно очищаются и смачиваются водой. Самая подливка состоитъ въ томъ, что накладываютъ кельней на приготовленное мѣсто и обращенный къ кладкѣ заусенокъ требуемое количество раствора и прижимаютъ кирпичъ къ сосѣднему, ударяя его, если нужно, рукояткой кельни или молоткомъ, пока не получится надлежащей толщины шва (3/8—1/2 дм.). Выжатый растворъ снимается и для ускоренія бросается на мѣсто подливки сосѣдняго кирпича; мѣшающія же осѣданію кирпича крупныя включенія тотчасъ удаляются [1]).

[1]) Толщина шва должна быть возможно небольшой для уменьшенія осадки зданія, а при цементномъ растворѣ и стоимости кладки. При известковомъ растворѣ стоимость матеріала швовъ часто оказывается меньше стоимости самого кирпича, почему иногда и

Когда лицевые кирпичи уложены, заполненіе промежутка между ними производится слѣдующими способами, въ зависимости отъ требуемаго качества кладки:

1) *Подливаніемъ каждаго кирпича* подобно лицевымъ. Этотъ способъ обходится дороже, но даетъ болѣе плотную кладку, почему и употребляется для столбовъ, перемычекъ и вообще сильно нагруженныхъ частей.

2) „*Сажаніемъ въ сокъ*“, при которомъ въ промежутокъ между подлитыми уже кирпичами, накладывается болѣе жидкій растворъ, куда и „сажаютъ“ остальные кирпичи съ такимъ разсчетомъ, чтобы растворъ попалъ и въ промежутки между ними.

При второмъ способѣ жидкій растворъ при высыханіи даетъ матеріалъ болѣе пористый и потому болѣе *слабый*. Однако, такъ какъ толщина стѣнъ жилыхъ построекъ по климатическимъ условіямъ у насъ дѣлается довольно большой, то этотъ способъ, какъ болѣе скорый и дешевый, почти исключительно и примѣняется. По тѣмъ же причинамъ при заполненіи середины стѣны допускается употребленіе половья и вообще битаго кирпича.

Иногда заполненіе ведется *насухо съ заливкой кирпичей сверху, но этого не слѣдуетъ допускать ни при какой спѣшности въ работѣ*.

Послѣ укладки всего участка, его заливаютъ сверху „прыскомъ“, жидко-разведеннымъ въ шайкѣ растворомъ для того, чтобы уничтожить случайно оставшіяся пустоты. Заполненіе промежутковъ густымъ растворомъ было бы раціональнѣе, но отняло бы больше времени; къ тому же при подливкѣ слѣдующаго ряда эта недостаточность отчасти возмѣщается новымъ наложеніемъ раствора.

Смачиваніе кирпича имѣетъ весьма существенное значеніе при кладкѣ. Сухой пористый камень быстро отнимаетъ воду отъ прилегающаго раствора, вызывая сокращеніе его въ объемѣ и нарушеніе сцѣпленія съ нимъ. При цементномъ растворѣ усыханіе значительно менѣе, но присутствіе воды является необходимымъ уже для самого процесса твердѣнія. По тѣмъ же причинамъ нежелательно *передвиганіе* уже подлитаго кирпича. Такой кирпичъ слѣдуетъ подливать вновь, счистивши предварительно съ него весь растворъ.

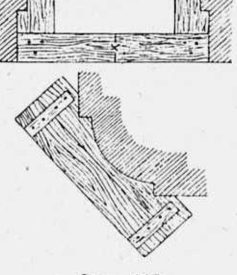
Смачиваніе кирпича обыкновенно исполняется каменщиками недостаточно тщательно, и потому должно производиться въ кучахъ тотчасъ по приноскѣ спеціально для этого назначенными рабочими съ лейками.

злоупотребляютъ толщиной ихъ. Уменьшенію горизонтальныхъ швовъ препятствуетъ кривизна кирпичей и трудность дожиманія раствора. Въ Германіи нормальный горизонтальный шовъ принятъ въ 1 см. (6—15 мм.), вертикальные же признается возможнымъ доводить до 3 мм.

Для удобства доставки воды на лѣса проводится трубопроводъ, снабженный пеньковыми подвижными рукавами и наращиваемый по мѣрѣ возведенія постройки.

Повѣрка правильности кладки состоитъ въ томъ, что къ уложеннымъ по лицу кирпичамъ по временамъ прикладываютъ правило и опускаютъ вѣсокъ, устанавливая послѣднимъ вертикальное положеніе стѣны; горизонтальность же рядовъ повѣряется ватерпасомъ, преимущественно на уровнѣ потолочныхъ балокъ, карнизовъ и перемычекъ. Кромѣ того, наблюдаютъ надлежащее положеніе центровъ оконныхъ и дверныхъ отверстій на фасадѣ.

Для достиженія общей горизонтальности рядовъ и полученія швовъ приблизительно равной толщины, что особенно важно при растворахъ, дающихъ замѣтную осадку, пользуются дорожными визирками или устанавливаютъ въ мѣстахъ пересѣченія стѣнъ приведенныя къ общему уровню рейки съ размѣченными и пронумерованными рядами.



Фиг. 118.

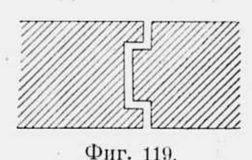
Для *ускоренія и обезпеченія правильности* кладки оконныхъ проемовъ, карнизовъ и другихъ сложнаго очертанія частей прибѣгаютъ къ помощи *шаблоновъ*, сколачиваемыхъ въ видѣ досчатыхъ щитовъ (**Фиг. 118**).

Кладка на цементномъ растворѣ должна сообразоваться съ нѣкоторыми особенностями этого раствора. Такъ, вслѣдствіе большой стоимости цемента швы нѣсколько утоняются, производится обязательное смачиваніе и даже *вымачиваніе* кирпича передъ подливкой и растворъ замѣшивается *въ количествѣ, необходимомъ лишь на самое короткое время*, не большее получаса, съ чѣмъ никакъ не могутъ привыкнуть считаться наши каменщики.

Основное правило, которое слѣдуетъ соблюдать *при возведеніи зданія въ цѣломъ*, заключается въ *необходимости постепеннаго и равномѣрнаго надстраиванія его по высотѣ*, такъ какъ при недостаточно сильномъ грунтѣ является возможность неравномѣрнаго осѣданія различныхъ частей сооруженія и появленія трещинъ. Это особенно можетъ сказаться при быстросхватывающемся растворѣ, который начинаетъ твердѣть при еще неустановившемся положеніи частей сооруженія. Если часть зданія возводится позже или меньшей высоты, то соединеніе ея производится не штрабами, а въ шпунтъ (**фиг. 119**).

На морозѣ слѣдуетъ вообще избѣгать производства кладки,

предпочитая веденіе работы въ особо надстраиваемыхъ деревянныхъ „теплушкахъ“, и только при цементномъ растворѣ допуская это съ соблюденіемъ указанныхъ въ отдѣлѣ о цементѣ условій. Известковый же растворъ, какъ твердѣющій только въ теченіе весьма продолжительнаго времени вслѣдствіе высыханія, никоимъ образомъ не долженъ быть примѣняемъ при работахъ на морозѣ.



Фиг. 119.

Къ **недостаткамъ**, которые замѣчаются въ кладкѣ на практикѣ, относятся: 1) употребленіе несмоченнаго кирпича 2) оставленіе пустотъ (пустошевка), которыя могутъ понижать крѣпость и при значительныхъ размѣрахъ увеличивать теплопроводность; 3) пользованіе слишкомъ жидкимъ растворомъ и обильное поливаніе имъ стѣнъ, при которомъ можетъ происходить выщелачиваніе раствора изъ швовъ уже сложенныхъ частей; 4) битье цѣльнаго кирпича на мѣстѣ работъ вмѣсто укладки имѣющагося всегда половья, что дѣлается часто умышленно, если учетъ работъ ведется „съ тысячи“ принятаго въ клѣткахъ матеріала.

Остальные виды кладки.

Отдѣлка кладки съ поверхности производится *оштукатуркой*, *расшивкой швовъ* и *облицовкой* различнымъ матеріаломъ.

Для лучшаго соединенія штукатурнаго слоя и облицовки кладка ведется снаружи „въ пустошевку“ т. е. съ недоведеніемъ раствора въ швахъ до наружной поверхности стѣны. Облицовка производится преимущественно на цементномъ растворѣ (около 1:3), при чемъ поверхность предварительно смачивается водой [1]).

Печная кладка должна отличаться особенной тщательностью съ примѣненіемъ *возможно тонкихъ швовъ* для уменьшенія растрескиванія и выкрашиванія ихъ. Съ тою же цѣлью кирпичъ не только смачивается, а „вымачивается“ для полнаго предупрежденія высасыванія воды изъ глинянаго раствора. Изразцы старательно заполняются въ рюмкамъ кирпичнымъ щебнемъ на глинѣ и связываются какъ между собой, такъ и съ кладкой печной проволокой по гвоздямъ.

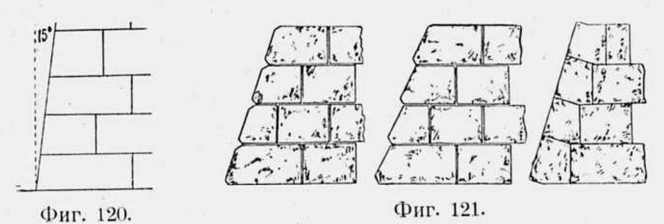
Кладка карнизовъ. При большомъ выносѣ ихъ и употребленіи карнизной плиты, свѣшивающіяся части временно укрѣпляются деревянными подпорками, а противоположныя части загружаются.

[1]) Для полученія плоскихъ тонкихъ кусковъ такихъ сортовъ камня, какъ гранитъ, пользуются его слоистостью, которую нетрудно опредѣлить по характеру излома. Самая же колка камня производится шпунтовикомъ съ широкимъ лезвеемъ.

Тесовая кладка.

Этотъ видъ кладки, какъ болѣе дорогой по стоимости отески камней, находитъ употребленіе преимущественно при возведеніи памятниковъ, набережныхъ, маяковъ, мостовыхъ устоевъ и нѣкоторыхъ общественныхъ сооруженій, хотя и въ этихъ случаяхъ по большей части ограничиваются облицовкой ихъ камнемъ только съ наружной стороны. Заполненіе остальной части стѣны производится обыкновенной каменной кладкой или кирпичемъ. Исключеніе составляютъ только мягкіе сорта камня, которые въ сыромъ состояніи легко рѣжутся пилой и потому въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ употребляются даже для жилыхъ построекъ, впрочемъ, съ *толщиной стѣнъ*, вслѣдствіе большей теплопроводности камня, *значительно превосходящей кирпичныя*.

Перевязка въ тесовой кладкѣ производится на основаніяхъ, аналогичныхъ съ кирпичной, только вслѣдствіе большей величины



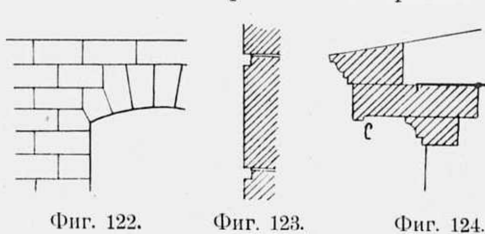
Фиг. 120. Фиг. 121.

камня она выходитъ нѣсколько проще и по характеру работы можетъ быть сдѣлана вполнѣ правильной.

Величина и относительные размѣры камней зависятъ отъ породы, назначенія постройки и способа производства работъ. При ручной укладкѣ ихъ вѣсъ можетъ доходить до нѣсколькихъ пудовъ. Съ возрастаніемъ размѣровъ увеличивается устойчивость кладки, и уменьшается связывающее значеніе раствора, если только высота сооруженія не превосходитъ въ значительной степени толщины его, какъ это бываетъ при церковныхъ пилонахъ.

При опредѣленіи разрѣзки камней главнымъ образомъ стараются *избѣгать острыхъ и входящихъ частей*, вызывающихъ часто откалываніе камня. Поэтому уклоненіе лица стѣны отъ вертикали при сохраненіи горизонтальности рядовъ допускается не болѣе 15° (**фиг. 120**). При большемъ углѣ скашиваются острыя части, или швы лицевыхъ камней направляются нормально къ поверхности стѣны (**фиг. 121**). Такимъ же образомъ разрѣзаются камни

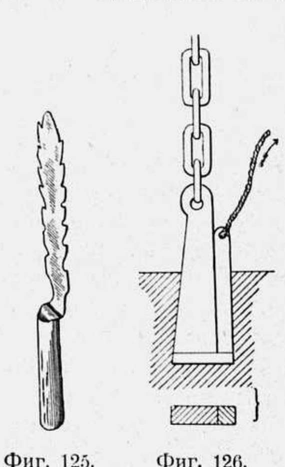
при встрѣчѣ съ перемычками (**фиг. 122**) и другими идущими подъ угломъ частями. Для предупрежденія затеканія въ швы дождевой воды очень часто примѣняется притеска камней, изображенная на **фиг. 123**; свѣшивающіяся же части снабжаются „слезниками“ и „съемцами“ С (**фиг. 124**).



Фиг. 122. Фиг. 123. Фиг. 124.

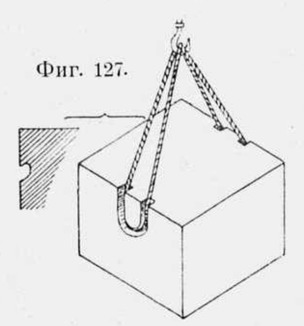
Производство кладки. Доставленный на мѣсто укладки камень сначала тщательно пригоняется и, если нужно, окончательно притесывается, послѣ чего „кантуется“ поворачиваніемъ на бокъ съ принятіемъ мѣръ противъ поломки кромокъ и угловъ. Затѣмъ, смочивши какъ самый камень, такъ и мѣсто подливки его, накладываютъ съ небольшимъ запасомъ неособенно густой растворъ. Послѣ этого камень приподнимаютъ и осторожно опускаютъ на растворъ, стараясь сразу попасть всей плоскостью постели, чтобы не произвести мѣстнаго выжиманія раствора. Для облегченія этого подъ края камня иногда подкладываютъ на время подливки деревянныя реечки или пользуются полосками рольнаго свинца, который подъ давленіемъ вѣса камня плотно заполняетъ наружныя части шва. Неудобство послѣдней мѣры заключается лишь въ томъ, что подъ вліяніемъ усиленной нагрузки свинецъ часто продолжаетъ выжиматься и въ послѣдствіи.

Если камню не удалось сразу дать правильнаго положенія, то его приподнимаютъ и, счистивши весь растворъ, подливаютъ вновь. Уложивъ нѣсколько камней, заполняютъ растворомъ вертикальные ихъ швы, для чего послѣдніе замазываютъ съ лица и заливаютъ жидкимъ растворомъ, просовывая его тонкой металлической полосой съ зубьями (**фиг. 125**).



Фиг. 125. Фиг. 126.

Для равномѣрнаго опусканія камня обыкновенно примѣняется при крѣпкой породѣ „волчья лапа“ съ чекой (**фиг. 126**), при выдергиваніи которой все приспособленіе легко можетъ быть отдѣлено отъ камня. Въ мягкомъ камнѣ лапу дѣлаютъ поглубже, или вырубаютъ на засенкахъ полукруглыя углубленія (**фиг. 127**).



Фиг. 127.

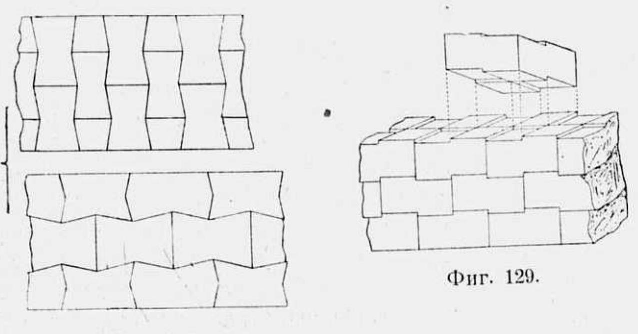
Предохраненіе лицевой стороны тесанной кладки отъ загрязненія растворомъ достигается тѣмъ, что она временно покрывается легко потомъ смываемой глиняной мутью.

Соединеніе камней.

Соединеніе частей кладки помимо раствора особыми приспособленіями производится лишь въ томъ случаѣ, если имѣются достаточно большія боковыя усилія, могущія сдвигать отдѣльные камни и ряды, какъ это можетъ происходить въ маякахъ, набережныхъ, волноломахъ и т. п. Прежде подобныя соединенія были особенно распространены вслѣдствіе слабости имѣвшихся въ распоряженіи растворовъ. Съ введеніемъ въ технику такого вяжущаго вещества, какъ цементъ, представилась полная возможность въ большинствѣ случаевъ ограничиться примѣненіемъ этого раствора, кромѣ сооруженій, подверженныхъ особенно сильнымъ ударамъ и дѣйствію морской воды, которая нѣсколько растворяетъ цементъ.

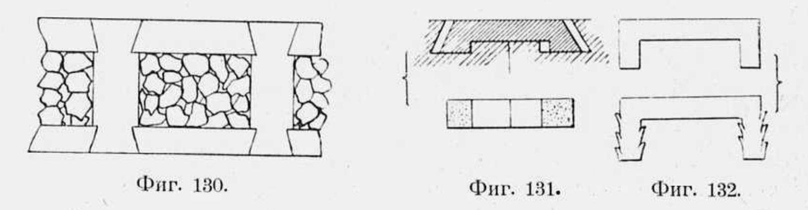
Соединеніе камней производятся *притеской* ихъ и различными *скрѣпленіями*.

Притеска камней въ каждомъ ряду можетъ быть достигнута способомъ, указаннымъ на **фиг. 128**, соединеніе же какъ камней, такъ и рядовъ между собой изображено на **фиг. 129**, въ какомъ



Фиг. 128. Фиг. 129.

видѣ оно примѣнялось въ римскихъ крѣпостяхъ. При связываніи рядовъ кладки поперечными камнями чаще пользуются ласточкинымъ хвостомъ (**фиг. 130**). Вообще же сопряженія камней между



Фиг. 130. Фиг. 131. Фиг. 132.

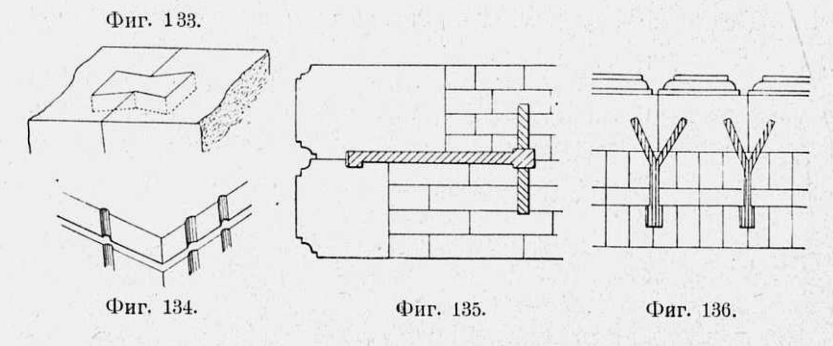
собой производятся притеской въ четверть и шпунтъ по возможности простого очертанія и безъ слишкомъ острыхъ угловъ.

Скрѣпленіе камней достигается вставленіемъ въ вырубаемыя гнѣзда особыхъ частей изъ различнаго матеріала. Въ древности примѣнялась бронза, твердый камень и даже дерево, въ настоящее же время почти исключительно желѣзо.

Скрѣпленіе камней между собой въ каждомъ ряду производится *скобами* и *анкерами*.

Скобы дѣлаются фасонными (**фиг. 131**), чтобы по заливкѣ не могли выходить изъ гнѣзда, или простыми изъ брусковаго желѣза, часто съ заершенными концами (**фиг. 132**). Скобы изъ камня получаютъ форму ласточкина хвоста (**фиг. 133**). Иногда внутрен-

Фиг. 133.



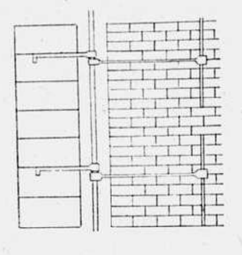
Фиг. 134. Фиг. 135. Фиг. 136.

нія вертикальныя грани камней снабжаются пазами (**фиг. 134**), въ которые вставляются металлическія или каменныя шпонки.

Анкера представляютъ тѣ же скобы съ замѣной одного изъ загибовъ проушиной со штыремъ, который можетъ быть сдѣланъ гораздо длиннѣе и потому лучше связаться съ кладкой (**фиг. 135**). Иногда анкера снабжаются двойными развилинами (**фиг. 136**) для удержанія обоихъ смежныхъ камней. Анкера преимущественно

употребляются для соединенія тесовой кладки съ какой-нибудь другой.

При кладкѣ на известковомъ растворѣ, дающемъ замѣтную осадку, для полученія независимой осадки частей иногда дѣлаются двойные анкера (фиг. 137), скользящіе по общему штырю въ промежуткѣ между кладками (облицовка храма Спасителя въ Москвѣ).



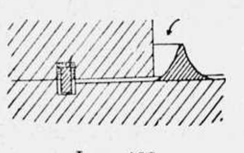
Фиг. 137.

Укрѣпленіе металлическихъ частей въ камнѣ достигается при посредствѣ *цемента*, расплавленной *сѣры* и *свинца*. Сѣра представляется весьма удобной въ работѣ, но вредно дѣйствуетъ на желѣзо, образуя сѣрнистое соединеніе, которое разбухаетъ и даетъ бурые потеки на камнѣ. Свинецъ гораздо безопаснѣе и долговѣчнѣе, но вызываетъ *обязательную расчеканку*, такъ какъ при остываніи уменьшается въ объемѣ. Цементъ (жирные растворы) хорошо связывается съ матеріаломъ, но для полученія надлежащей плотности требуетъ *втрамбовыванія* и употребленія жесткаго тѣста для того, чтобы уменьшить усыханіе его. При достаточно плотномъ прилеганіи къ желѣзу онъ предохраняетъ его отъ ржавленія. Для заполненія гнѣздъ примѣняютъ также особыя замазки и составы [1]).

Аналогичнымъ способомъ задѣлываются въ каменныя части металлическія рѣшетки, кронштейны, петли и т. п.

Для соединенія камней по вертикали и рядовъ между собой служатъ *штыри* и *пироны*.

Пироны представляютъ короткіе бруски изъ камня или металла, вставляемые въ гнѣзда, выдѣланные въ прилегающихъ частяхъ. Каменнымъ пиронамъ даютъ длину около $1/5$ высоты, металлическимъ—отъ 3 до 6 дм. Пригнавши пиронъ къ углубленіямъ, переворачиваютъ верхній изъ камней и укрѣпляютъ его въ гнѣздѣ. Затѣмъ, наложивъ верхній камень на свое мѣсто, при посредствѣ сдѣланной дорожки и чашечки (**фиг. 138**) заполняютъ связывающимъ веществомъ и нижнее гнѣздо. Въ случаѣ заливки свинцомъ нижнее углубленіе полезно дѣлать уширяющимся книзу.



Фиг. 138.

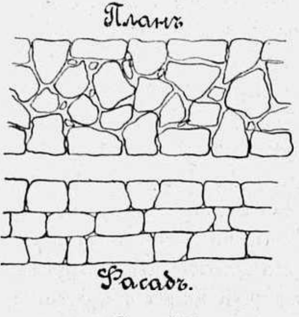
Вообще *желѣзныя соединенія тогда только оказываются полез-*

[1]) „Металлическій цементъ" составляется изъ 3 частей сѣрнаго колчедана и 1 части сѣры. Смѣсь предварительно сплавляютъ въ чугунномъ котлѣ въ теченіе $1^1/_2$ часовъ до полученія густоты сметаны и выливаютъ на ровную плитку. Полагаютъ, что при разогрѣваніи и остываніи онъ не измѣняется въ объемѣ.

ными, если могутъ быть расположены закрыто и защищены отъ ржавленія.

Бутовая кладка.

Бутовая кладка производится изъ камней болѣе или менѣе неправильнаго вида: *бута*, выламываемаго изъ слоистыхъ горныхъ породъ и потому обладающаго нѣкоторою постелистостью, *рванаго камня*, совершенно неправильнаго очертанія, и *булыжника* округленной формы.

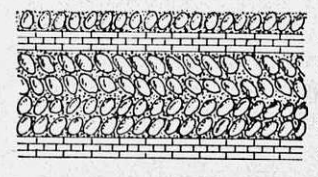
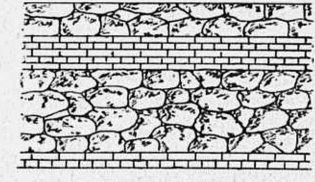


Фиг. 139.

Перевязка этого рода камней не можетъ быть произведена вполнѣ правильно, однако, насколько форма и размѣры позволяютъ, слѣдуетъ стремиться къ достиженію ея. Для этого при *бутовомъ камнѣ* въ каждомъ ряду подбираютъ камни по возможности одной толщины, чередуя ложки съ стычками (**фиг. 139**), и швы каждаго ряда стараются расположить въ промежуткахъ сосѣдняго. *Рваный камень* для полученія болѣе плотной и постелистой кладки подбираютъ одинъ къ другому, избѣгая клинообразнаго расположенія его по всей толщинѣ стѣны. *Булыжникъ* укладывается обыкновенно наклонно для нѣкотораго выравниванія его въ ряды.

Вообще же при всякомъ камнѣ избѣгаютъ образованія *поверхностей скольженія*. На углы и сильно нагруженныя части сооруженія выбираютъ крупный и постелистый камень. Остающіяся между камнями пустоты тщательно „защебениваютъ", заколачивая ихъ болѣе мелкими кусками.

При кладкѣ большой высоты стѣнъ изъ рванаго и булыжнаго камня *прокладываютъ слои болѣе правильнаго вида матеріала* (**фиг. 140**). Съ уменьшеніемъ величины камня уменьшаютъ и разстояніе между слоями.

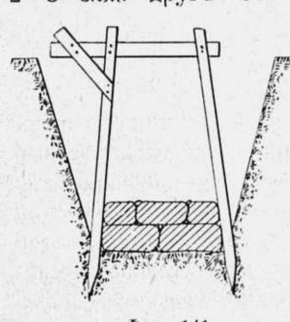


Фиг. 140.

Кладка ведется аналогичнымъ способомъ съ кирпичной. Предварительно камень очищается отъ грязи и смачивается водой. Лицевыя части сначала раскладываются „насухо", послѣ чего подливаются. Заполненіе дѣлается на растворѣ нормальной густоты, такъ какъ болѣе тяжелый камень легче вдавливается въ него, для болѣе же плотнаго осаживанія пользуются трамбовкой. Послѣ укладки пустоты закладываютъ сверху растворомъ, просовывая его кельней, и расщебениваютъ.

Кладка фундаментовъ. Большая нагрузка фундаментовъ заставляетъ при кладкѣ ихъ предпочтительнѣе пользоваться бутомъ, какъ болѣе постелистымъ камнемъ, но для зданій невысокихъ допустима и булыжная кладка. *Растворами* служатъ преимущественно известковые, *въ сырыхъ же мѣстахъ*, которыя совершенно исключаютъ твердѣніе извести, *должны употребляться цементные* или *смѣшанные* [1]).

Передъ укладкой фундамента подготовляется основаніе, и во всякомъ случаѣ протрамбовывается грунтъ. Первый рядъ камня, при невозможности связать его съ основаніемъ, какъ это обыкновенно и бываетъ, кладется „насухо" и тщательно защебенивается. Въ остальномъ поступаютъ, какъ при всякой бутовой кладкѣ, подбирая болѣе крупный и постелистый камень на болѣе важныя части. Расщебениваніе производится въ каждомъ ряду и имѣетъ значеніе не только для увеличенія крѣпости, но и для полученія возможности работать на самомъ бутѣ, не разстраивая его.

Если фундаментъ въ профили имѣетъ форму трапеціи, то для ускоренія и обезпеченія правильности въ кладкѣ на разстояніи 2—3 саж. другъ отъ друга ставятся *шаблоны* изъ наклонныхъ стоекъ, скрѣпленныхъ сверху перекладиной и раскосами (**фиг. 141**). Приведеніе верхней поверхности фундамента къ горизонту соображается за нѣсколько рядовъ съ тѣмъ, чтобы не пришлось заканчивать его слишкомъ тонкой плитой.


Фиг. 141.

Смѣшанная кладка. Вслѣдствіе относительно большой стоимости тесанаго камня онъ идетъ чаще на наружную облицовку стѣнъ, остальная часть которыхъ складывается изъ какого нибудь болѣе дешеваго матеріала. Если при этомъ требуется уменьшеніе теплопроводности, то примѣняется кирпичъ.

Такъ какъ штучный камень всегда выходитъ большей толщины, чѣмъ кирпичъ, то происходитъ нѣкоторое нарушеніе въ перевязкѣ и вслѣдствіе разнаго количеста швовъ (**фиг. 135**)—не-

[1]) Тѣмъ въ большей степени это относится къ случаю перемѣннаго состоянія грунтовыхъ водъ, которое, какъ показываетъ опытъ, можетъ причинять полное выщелачиваніе известковаго раствора.

равномѣрная осадка частей стѣны, что можетъ вызывать растрескиваніе ея. Изъ растворовъ тощіе и цементные даютъ вообще меньшую осадку, чѣмъ жирные и известковые.

Наиболѣе дѣйствительными мѣрами противъ возникновенія *различной осадки* будутъ:

1) Возведеніе облицовки послѣ окончанія кладки стѣны, когда послѣдняя нѣсколько осядетъ, для чего оставляются соотвѣтственныя гнѣзда.

При облицовкѣ нетолстымъ матеріаломъ ограничиваются кладкой въ „пустошевку" или даже прямо примазываютъ ее къ стѣнѣ на хорошемъ цементномъ растворѣ, какъ это дѣлается при облицовкѣ половинчатымъ пустотѣлымъ кирпичемъ (**фиг. 40**).

2) Употребленіе тощаго цементнаго раствора.

3) Уменьшеніе толщины горизонтальныхъ швовъ въ кирпичной кладкѣ.

4) Примѣненіе указанныхъ выше двойныхъ анкеровъ для полученія независимой осадки обѣихъ кладокъ (фиг. 137).

Фиг. 142.

Въ случаѣ облицовки цоколя поставленными на ребро плитами, послѣднія притесываются къ горизонтальнымъ частямъ съ нѣкоторымъ „зазоромъ" для того, чтобы не препятствовать осадкѣ позади расположенной кладки (**фиг. 142**).

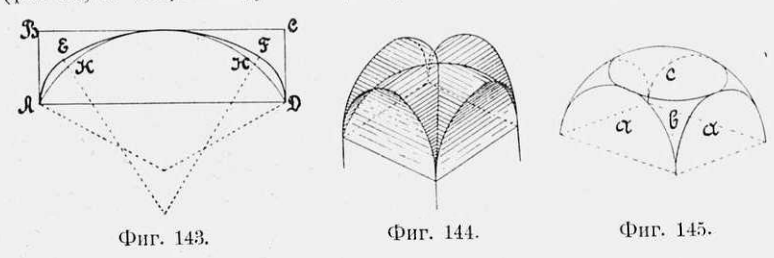
Кладка сводовъ.

Перекрытіе, ограниченное снизу кривой поверхностью и поэтому, вслѣдствіе стремленія выпрямиться, производящее извѣстный распоръ въ сооруженіи, называется *сводомъ*. Обыкновенно для простоты въ работѣ поверхность свода направляютъ по *круговой* линіи, рѣже—по *коробовой*, составленной изъ нѣсколькихъ частей круга различной кривизны, и только въ исключительныхъ случаяхъ по *эллиптической*. Чаще примѣняются *цилиндрическіе* и *крестовые* своды, рѣже *сомкнутые*, *купольные*, *парусные* и др.

При выдѣленіи даннаго пространства плоское перекрытіе BC (фиг. 143) всегда будетъ болѣе выгоднымъ въ смыслѣ полученія наибольшаго объема помѣщенія, нежели сводчатое, которое будетъ приближаться къ плоскому по мѣрѣ увеличенія радіуса кривизны. При этомъ коробовая кривая AEFD будетъ выгоднѣе круговой AHKD. Несмотря однако на указанную невыгоду, своды все-таки устраиваются, когда желаютъ имѣть дѣйствительно несгораемое и солидное перекрытіе и когда стѣсненіе пространства не играетъ существенной роли, напримѣръ, въ церквахъ, мостахъ и т. п.

Цилиндрическіе своды бываютъ: полуциркульные съ производящей, равной половинѣ круга, повышенные при подъемѣ, большемъ половины пролета, пониженные и плоскіе, когда подъемъ менѣе той же величины. При пониженіи одной пяты относительно другой получается *ползучій* сводъ.

Пересѣченіе двухъ цилиндрическихъ сводовъ равной высоты дастъ *крестовый* (фиг. 144) или *сомкнутый* сводъ, смотря по тому, откидываются ли внутреннія или наружныя части цилиндровъ. Сомкнутымъ сводомъ можетъ быть перекрыто также и пространство, ограниченное въ планѣ многоугольникомъ. Сомкнутый сводъ съ вставленнымъ въ середину его цилиндрическимъ сводомъ называется *лотковымъ*. Срѣзая со всѣхъ сторонъ купольный сводъ на одну и ту же высоту, получимъ *парусный* сводъ (фиг. 145) съ четырьмя парусами b. Цилиндрическій сводъ съ изогнутой производящей



Фиг. 143. Фиг. 144. Фиг. 145.

даетъ *бочарный* сводъ. Короткіе своды, служащіе обыкновенно для поддержанія другихъ частей сооруженія, называются *арками*, которыя бываютъ: подпружныя, обратныя и разгрузныя.

Вычерчиваніе коробовой кривой производится различными способами съ такимъ разсчетомъ, чтобы центры двухъ смежныхъ кривыхъ и точка перегиба находились на одной и той же прямой. Съ увеличеніемъ числа центровъ и перегибовъ этой кривой увеличивается и плавность перехода ихъ.

При кладкѣ изъ бетона или желѣзо-бетона тѣло свода можетъ быть сдѣлано въ видѣ сплошного монолита, при кладкѣ же изъ естественнаго камня и кирпича оно раздѣляется на отдѣльныя части или клинья примѣнительно къ дѣйствующимъ на сводъ усиліямъ, откуда и возникаетъ необходимость извѣстной *разрѣзки*.

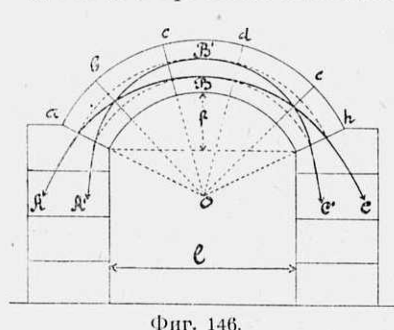
Разрѣзка сводовъ.

Принимая во вниманіе основное требованіе прохожденія равнодѣйствующей чрезъ среднюю треть поперечнаго сѣченія сооруженія, соображаютъ толщину свода и его кривизну, т. е. стрѣлку подъема такимъ образомъ (**фиг. 146**), чтобы *кривая давленія*, т. е. равнодѣйствующая вѣса отдѣльныхъ частей свода и соотвѣтствующей нагрузки занимала промежуточное положеніе между крайними допускаемыми ABC и $A^1B^1C^1$ [1]).

---

[1]) Толщина свода для обыкновенныхъ случаевъ опредѣляется эмпирическими данными, выведенными изъ опыта. Для цилиндрическихъ дорожныхъ сводовъ изъ камня съ сопротивленіемъ не менѣе 300 кил. на кв. см. и при толщинѣ надбутки или насыпи до 1 метр. толщина свода (въ вершинѣ) въ метр. $a=0{,}25+l\,(0{,}0034l/f)$, гдѣ l—пролетъ и f—подъемъ свода въ метр. Къ пятамъ сводъ увеличивается въ 1,5—2 раза. Толщина кирпичнаго свода относительно предыдущей выражается $b=a\,[1+{}^1/_3(2-1{,}5a)]$ метр. Толщина сводовъ жилыхъ домовъ при средней нагрузкѣ уменьшается въ 2 раза противъ дорожной и въ 4 при одномъ собственномъ вѣсѣ.

Во избѣжаніе скольженія отдѣльныхъ частей свода направленіе всѣхъ поперечныхъ швовъ a, b, c... (**фиг. 146**), т. е. *главная разрѣзка*, должно было бы быть перпендикулярнымъ къ кривой давленія, однако для простоты послѣднюю замѣняютъ внутренней поверхностью свода. Такимъ образомъ возникаетъ *клинообразная форма* отдѣльныхъ камней, сходящихся къ центру свода О.

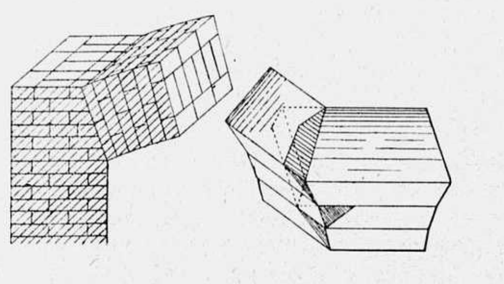


Фиг. 146.

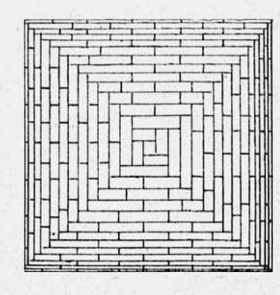
Второстепенная разрѣзка такъ же, какъ и при кладкѣ прямыхъ стѣнъ, проводится въ перпендикулярномъ направленіи къ главной и поэтому параллельно направляющей свода. Въ результатѣ получается аналогичное раздѣленіе кладки на отдѣльныя части, какъ въ обыкновенныхъ стѣнахъ, только какъ бы изогнутыхъ.

При кладкѣ перемѣнными рядами на внутренней и наружной поверхности свода ложковые ряды чередуются съ тычковыми, какъ показано на **фиг. 147** (въ разрѣзѣ), съ отхожденіемъ швовъ на 1/4 кирпича, чѣмъ и достигается перевязка.

Перевязка въ *крестовыхъ* и *сомкнутыхъ* кирпичныхъ сводахъ исполняется такимъ же образомъ, но выходитъ сложнѣе, такъ какъ въ углахъ требуетъ значительной подтески кирпича. На фиг. 148 представлено ребро крестоваго свода (для простоты



Фиг. 147.



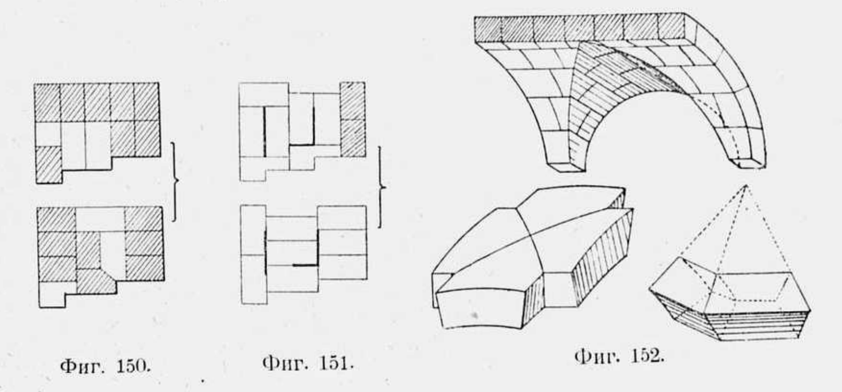
Фиг. 148.

Фиг. 149.

показано только расположеніе слоевъ кладки) съ заштрихованными стесанными частями. На **фиг. 149** изображенъ кирпичный сомкнутый сводъ.

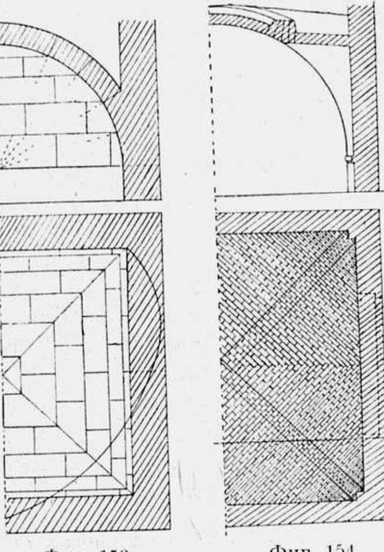
Въ *перемычкахъ* перевязка достигается употребленіемъ трехчетверочныхъ, скошенныхъ и вырубленныхъ кирпичей „крючковъ“,

замѣняемыхъ иногда четвертушками или „собачками“ (**фиг. 150**). Иногда для уменьшенія тески допускаютъ оставленіе нѣкоторыхъ швовъ неперекрытыми (**фиг. 151**).



Фиг. 150. Фиг. 151. Фиг. 152.

Разрѣзка сводовъ изъ тесанаго камня производится аналогичнымъ способомъ, но выходитъ проще, такъ какъ обыкновенно представляется возможнымъ цѣлый камень пропустить чрезъ всю толщину свода и угловыя части вытесать по шаблону въ видѣ одной штуки (фиг. 152). На **фиг. 153** представленъ сомкнутый сводъ изъ тесанаго камня.



Фиг. 153. Фиг. 154.

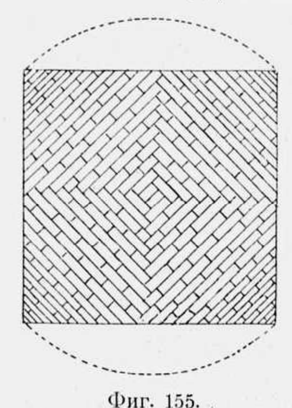
Опорныя стѣны нормально получаютъ основную разрѣзку горизонтальными слоями (**фиг. 146**), но при очень пологихъ и сильно нагруженныхъ сводахъ, напримѣръ, въ мостовыхъ, наклонными слоями перпендикулярно къ кривой давленія.

Наклонные и косые своды кладутся уступами или наклонными рядами; въ послѣднемъ случаѣ они упираются въ подпружныя арки или массивныя конечныя части, называемыя „оголовками“.

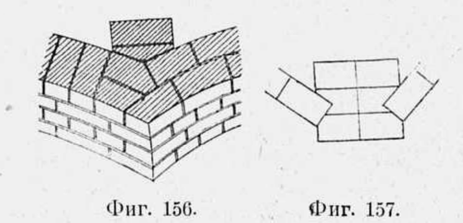
Кладка діагональными рядами употребляется въ тѣхъ случаяхъ, когда хотятъ разгрузить

опорныя стѣны, передавши часть давленія на сосѣднія щековыя (**фиг. 155**).

Главная разрѣзка проводится тогда подъ угломъ въ 45^0 къ линіи пятъ свода, и кладка начинается одновременно отъ всѣхъ угловъ. При этомъ исчезаетъ сквозной швъ вдоль шелыги и линіи пятъ, что дѣлаетъ всю кладку болѣе компактной и лучше предохраняетъ швы отъ раскрытія, особенно опаснаго при тонкихъ и



Фиг. 155.



Фиг. 156. Фиг. 157.

плоскихъ сводахъ. Неудобство же этой кладки заключается въ нѣкоторой сложности въ работѣ и значительной тескѣ кирпича.

Косой кладкой пользуются также для распалубокъ и крестовыхъ сводовъ (фиг. 154). Въ послѣднемъ случаѣ главную разрѣзку направляютъ перпендикулярно къ діагональнымъ ребрамъ [1]), что упрощаетъ кладку послѣднихъ и позволяетъ уменьшить количество тесанаго кирпича (фиг. 156). Иногда, впрочемъ, какъ это практикуется въ Германіи для большинства сводовъ, устраиваютъ сначала направляющія или подпружныя арки, между которыми уже безъ кружалъ заполняютъ промежутки косой кладкой (**фиг. 157**).

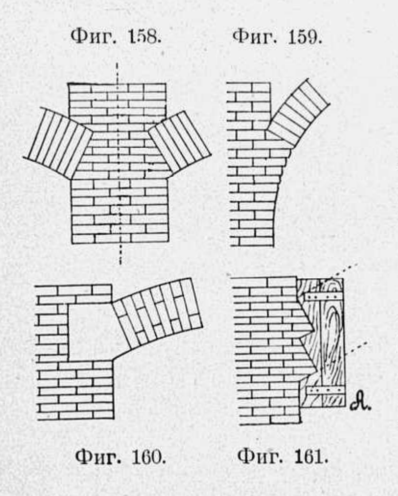
Устройство пятъ.

Пяты принимаютъ на себя всю тяжесть свода и потому устраиваются особенно старательно. По характеру своему онѣ раздѣляются на *углубленныя* или *врѣзныя* и *выступныя*. Въ первомъ случаѣ во время кладки опорныхъ стѣнъ оставляются соотвѣтствующей формы гнѣзда (**фиг. 158**). Вторыя же получаются постепеннымъ выпускомъ кладки (**фиг. 159**) съ небольшой стеской нижнихъ угловъ кирпичей.

Врѣзныя пяты даютъ болѣе надежную опору своду, но осла-

[1]) Для простоты чертежа ряды показаны въ планѣ прямыми вмѣсто нѣсколько изогнутыхъ.

бляютъ стѣну и затрудняютъ кладку первыхъ рядовъ его, почему употребляются преимущественно для мостовыхъ сводовъ и при устройствѣ въ старыхъ зданіяхъ. *Выпускныя пяты*, напротивъ, не измѣняютъ стѣнъ и облегчаютъ производство работы [1]). При слишкомъ большой нагрузкѣ кирпичная кладка пятъ замѣняется *подпятными камнями* (**фиг. 160**), вытесанными изъ породы надлежащей крѣпости.



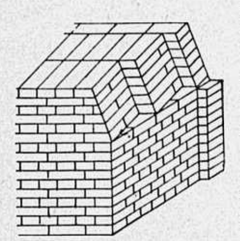
Фиг. 158. Фиг. 159.

Фиг. 160. Фиг. 161.

При весьма толстомъ сводѣ и большомъ его подъемѣ во избѣжаніе значительнаго выноса или углубленія пяты могутъ дѣлаться *полууглубленными* (правая сторона **фиг. 158**) или *ярусными* въ нѣсколько уступовъ (**фиг. 161**). Для перекрытія проемовъ съ наклонными откосами пяты располагаются въ планѣ уступами (**фиг. 162**). Вообще же при устройствѣ пятъ для правильности въ работѣ часто пользуются *шаблонами* А (**фиг. 161**).

Кружала.

Только нѣкоторые виды сводовъ, какъ купольные и тѣ, которые кладутся по заранѣе приготовленнымъ аркамъ, могутъ быть устраиваемы безъ подмостей. Остальные требуютъ поддержанія ихъ во все время кладки. Для этого возводятся особыя приспособленія чаще изъ дерева, носящія названіе *кружалъ*.



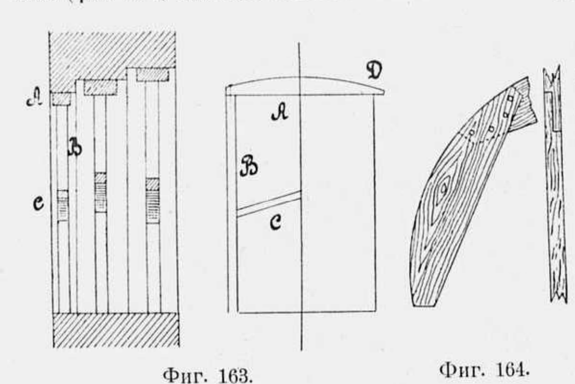
Фиг. 162.

Въ простѣйшихъ случаяхъ, напримѣръ, при кладкѣ перемычекъ, кружала могутъ состоять изъ отесанныхъ по соотвѣтствующей кривой толстыхъ досокъ А (**фиг. 163**), запущенныхъ концами въ кладку D или подпертыхъ по краямъ легкими стойками съ распорками С. Обыкновенно же кружала состоятъ изъ *опалубки* и *кружальныхъ реберъ* для жесткости.

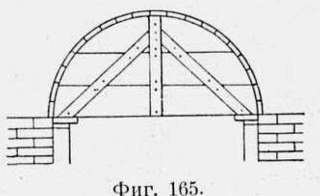
Кружальныя ребра для не тяжелыхъ сводовъ дѣлаются изъ до-

[1]) При выпускныхъ пятахъ получается какъ бы сокращеніе длины свода, но фактически происходитъ замѣна спеціальной кладки послѣдняго частью стѣны съ совершенно другимъ расположеніемъ швовъ, что не можетъ ни ослаблять свода.

сокъ въ 2—3 дм. толщиной, обрѣзанныхъ въ видѣ отдѣльныхъ *косяковъ* (**фиг. 164**) или сбитыхъ въ сплошные щиты (**фиг. 165**). Косяки соединяются въ полдерева и скрѣпляются гвоздями или деревянными нагелями. Болѣе солидныя ребра сколачиваются изъ двухъ рядовъ косяковъ и укрѣпляются подкосами (**фиг. 166**). Кружала устанавливаются на прогоны, уложенные по стойкамъ. Иногда всѣ подкосы кружальныхъ реберъ упираются въ общій брусъ В (**фиг. 167**), поддерживаемый въ нѣкоторыхъ случаяхъ шпренгельной системой С.



Фиг. 163. Фиг. 164.

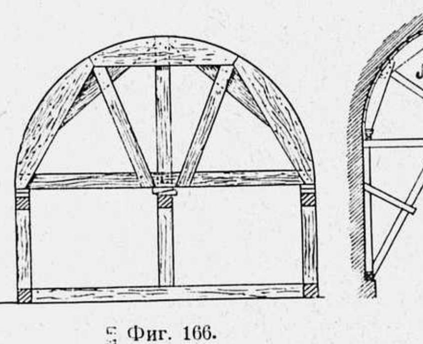


Фиг. 165.

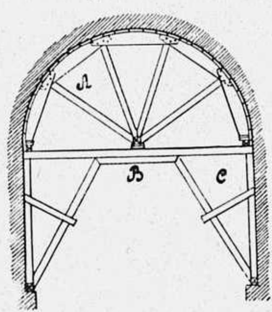
Для тяжелыхъ мостовыхъ сводовъ примѣняются болѣе солидныя брусчатыя ребра въ видѣ самостоятельныхъ фермъ. Разстоянія между кружальными ребрами сообразуются съ матеріаломъ опалубки и вѣсомъ свода.

Вообще же весь остовъ кружалъ стараются получить возможно болѣе жесткимъ и неизмѣняемымъ.

Опалубка дѣлается сплошной при кладкѣ свода изъ мелкаго камня (**фиг. 165, 167**) и рѣшетчатой (изъ брусковъ) при крупномъ камнѣ (**фиг. 168**). Доски употребляются преимущественно узкія

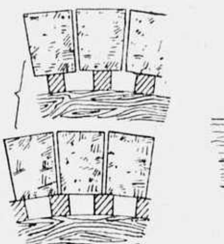


Фиг. 166.



Фиг. 167.

(около 7 дм.) и тонкія (1—2 дм.) для полученія болѣе правильнаго очертанія свода и уменьшенія коробленія ихъ при намоканіи во время кладки. Часто опалубка пришивается къ кружаламъ во время самой кладки свода, чтобы дать возможность каменщикамъ для удобства въ работѣ „подмоститься“ на самомъ остовѣ подъ кружалами, который тогда также настилается досками.



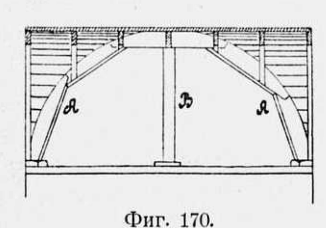
Фиг. 168.



Фиг. 169.

Кружала *сомкнутыхъ, крестовыхъ* и другихъ сводовъ составляются аналогичнымъ образомъ изъ реберъ и опалубки. Въ мѣстахъ пересѣченія скатовъ обыкновенно ставятся основныя *діагональныя* ребра А (**фиг. 170**), поддерживаемыя столбомъ В (крестовый сводъ), къ которымъ пристраиваются укороченныя ребра С и полуребра (въ сомкнутыхъ сводахъ). Но для крестовыхъ сводовъ кружала можно получить и иначе, установивши ребра съ опалубкой для одного изъ составляющихъ цилиндрическихъ сводовъ и потомъ уже надстраивая *распалубки* изъ укороченныхъ реберъ для другого.





Фиг. 170.

Для облегченія *сниманія* и *ослабленія кружалъ* примѣняется подкладываніе двойныхъ клиньевъ (**фиг. 169**), винтовъ, цилиндровъ съ пескомъ и т. п., допускающихъ плавное и постепенное опусканіе частей кружалъ. При ожидающейся большой осадкѣ свода и желаніи получить послѣдній съ правильнымъ очертаніемъ, вычерчиваніе кружалъ производятъ по кривой, равномѣрно приподнятой (по координатамъ) на ожидаемую осадку по всей длинѣ ихъ [1]).

Производство кладки сводовъ.

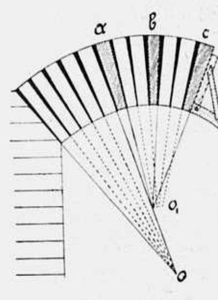
Къ кладкѣ сводовъ обыкновенно приступаютъ послѣ окончанія всей постройки вчернѣ, когда опорныя стѣны получатъ

1) Величина осадки свода зависитъ отъ его пролета, подъема, вѣса и толщины швовъ и можетъ быть опредѣлена приблизительно по эмпирической формулѣ Беккера

надлежащую осадку и достаточно окрѣпнуть, и когда зданіе будетъ покрыто крышей, чтобы своды не могли портиться отъ атмосферическихъ осадковъ.

Клинообразность отдѣльныхъ частей при тесовой кладкѣ достигается соотвѣтствующей *притеской*, при кирпичной же: 1) *утолщеніемъ швовъ* къ наружной поверхности свода, 2) *подтеской кирпича*. При небольшой толщинѣ свода и незначительной его кривизнѣ стараются ограничиться однимъ утолщеніемъ швовъ, такъ какъ всякая подтеска, помимо усложненія въ работѣ, ослабляетъ кирпичъ. Для известковаго раствора, сильное усыханіе котораго можетъ причинить раскрытіе швовъ съ наружной поверхности и вызвать нежелательное движеніе свода, предѣломъ этого утолщенія слѣдуетъ принять величину, близкую къ *одному дюйму*. При цементномъ растворѣ, дающемъ незначительное лишь уменьшеніе въ объемѣ, швы могли бы быть и толще, но слишкомъ большая величина ихъ будетъ удорожать постройку.

Если однимъ утолщеніемъ швовъ ограничиться нельзя, прибѣгаютъ къ подтескѣ кирпича, стараясь это дѣлать не въ каждомъ ряду и съ отеской *не болѣе половины* по толщинѣ. Въ дѣйствительности (**фиг. 171**) кладутъ сначала нѣсколько рядовъ только съ утолщеніемъ шва, затѣмъ, когда швы замѣтно отойдутъ отъ надлежащаго радіальнаго направленія, „исправляютъ“ послѣдніе подтеской цѣлаго ряда α на предѣльную, если нужно, величину (заштрихованъ на чертежѣ), затѣмъ снова идутъ цѣльными рядами и т. д.



Фиг. 171.

Повѣрка нормальнаго къ опалубкѣ положенія швовъ при короткихъ сводахъ производится причалкой, прикрѣпленной снаружи въ той точкѣ, которая соотвѣтствуетъ центру кривизны свода, или особымъ лекаломъ А (**фиг. 171**), называемымъ „ногой“.

Кладка свода ведется симметрично съ обѣихъ сторонъ, чтобы не вызывать односторонней нагрузкой искривленія кружалъ. Съ тою же цѣлью при значительной величинѣ свода временно загружаютъ матеріаломъ кладки и каменщичими ящиками и верхнюю часть кружалъ.

———

$S=k\,(l-h)$, гдѣ l—пролетъ, h — подъемъ и k — численный коэффиціентъ, равный для хорошихъ жесткихъ кружалъ 0,005, упругихъ тщательной кладки—0,01 и менѣе тщательной—0,02.

Работу ведутъ такъ же, какъ и при кладкѣ стѣнъ, преимущественно подливкой каждаго камня, возможно чаще повѣряя правильность положенія всѣхъ частей.

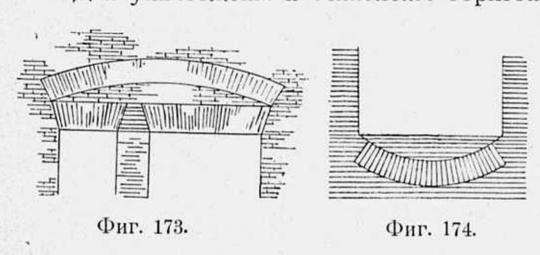
Замыканіе свода производится особенно тщательно вслѣдствіе трудности кладки въ остающемся узкомъ пространствѣ. *Замокъ*, состоящій обыкновенно изъ трехъ рядовъ кирпича, пригоняется и собирается сначала насухо. Затѣмъ его вжимаютъ съ усиліемъ въ приготовленное мѣсто, ударяя при посредствѣ положенной доски слегка трамбовкой. Сверху вся кладка вмѣстѣ съ замкомъ заливается жидкимъ растворомъ.

Фиг. 172.

Величину участка назначаютъ съ такимъ разсчетомъ, чтобы рабочіе успѣли замкнуть сводъ въ тотъ же день. Если въ стѣну упираются своды съ обѣихъ сторонъ, стараются класть ихъ одновременно, чтобы не подвергать стѣну тому одностороннему распору, на который могли и не расчитывать.

При большой толщинѣ и значительной кривизнѣ свода для уменьшенія длины каждаго клина иногда производятъ кладку *кольцами* (**фиг. 172**), при чемъ для выравниванія осадки въ обѣихъ частяхъ верхнее кольцо кладутъ на болѣе тощемъ растворѣ съ малымъ содержаніемъ воды или всю кладку ведутъ на цементномъ растворѣ.

Для уничтоженія и ослабленія горизонтальнаго распора прокладываются въ сводѣ *желѣзныя связи*.



Фиг. 173. Фиг. 174.

Разгрузныя и обратныя арки (фиг. 173, 174) устраиваются аналогично предыдущему, но безъ кружалъ, которыя замѣняются надлежащимъ образомъ подготовленной постелью на стѣнѣ или грунтѣ. Кладка обратныхъ арокъ, естественно, начинается отъ середины къ пятамъ, какъ съ самой низкой части ихъ [1]).

Раскружаливаніе свода вообще должно производиться только послѣ пріобрѣтенія имъ достаточной крѣпости, для чего необходимо отъ

———

[1]) Иногда для достиженія передачи давленія разгрузной аркой исключительно на пяты и устраненія таковаго на нижерасположенную стѣну, подъ нее передъ кладкой насыпается слой песка, который по окончаніи работы выгребается.

одного до двухъ мѣсяцевъ. Раскружаливаютъ *постепенно* и съ остановками, чтобы можно было убѣдиться въ устойчивости свода и безопасности дальнѣйшей разборки кружалъ.

Въ виду же того, что сводъ подвергается во время кладки, даже сравнительно съ невысокими вертикальными стѣнами, относительно слабой осадкѣ и уплотненію, чему препятствуетъ и жесткость кружалъ, можно принять вообще *желательнымъ нѣкоторое ослабленіе кружалъ еще до полнаго отвердѣнія раствора*. Это имѣетъ значеніе и въ томъ отношеніи, чтобы отдѣльные камни могли принять свое окончательное равновѣсное положеніе.

Однако, если такое ослабленіе кружалъ въ полной мѣрѣ можетъ быть примѣнено къ кладкѣ на *известковомъ растворѣ*, то при *цементномъ растворѣ*, при которомъ твердѣніе можетъ начинаться еще до замыканія свода, всякое движеніе его должно быть признано вреднымъ и нежелательнымъ.

Ослабленіе кружалъ при известковомъ растворѣ производится тотчасъ по окончаніи кладки свода по возможности *постепенно* и *равномѣрно* по всему участку и на величину той осадки, которую ожидаютъ въ окончательномъ видѣ. Могущія оказаться при этомъ трещины тщательно заливаются жидкимъ растворомъ.

Штукатурныя работы

Оштукатурка представляетъ покрытіе сооруженія тонкимъ слоемъ раствора для выравниванія поверхности и приданія ей надлежащаго архитектурнаго вида, наружная же—и для защиты матеріала стѣнъ отъ вывѣтриванія. Въ послѣднемъ случаѣ она обладаетъ тѣмъ важнымъ практическимъ удобствомъ, что безъ особеннаго затрудненія можетъ быть исправлена или замѣнена новой. Косвенно, заполняя случайныя пустоты съ поверхности штукатурка уменьшаетъ теплопроводность сооруженія; въ особыхъ же случаяхъ оштукатуриваніе производится для прегражденія проникания сырости и воды.

Матеріалы.

Матеріалами для штукатурнаго слоя служатъ, главнымъ образомъ, известковые и гидравлическіе растворы.

Известковый растворъ примѣняется преимущественно нормальнаго состава ($1:2^1/_2$), такъ какъ жирный растворъ сильно усыхаетъ и даетъ волостныя трещины, которыя ведутъ къ дальнѣйшему

разрушенію штукатурки, тощій же недостаточно связывается съ поверхностью.

Крупный песокъ даетъ болѣе крѣпкій слой, какъ вообще при растворахъ, но съ недостаточно гладкой поверхностью; поэтому чаще штукатурятъ на крупномъ пескѣ, а затираютъ съ поверхности на мелкомъ. Въ обыкновенныхъ же помѣщеніяхъ для упрощенія въ работѣ иногда ограничиваются однимъ крупнымъ пескомъ, неровности котораго при повторной обѣлкѣ довольно скоро затягиваются.

Густозамѣшанный растворъ даетъ менѣе усыхающую массу, но хуже связывается съ поверхностью, жидкій—наоборотъ, почему ближайшій къ стѣнѣ „наметъ" производятъ жидкимъ растворомъ, а самую оштукатурку густымъ.

Известь должна быть хорошо погашена и для устраненія крупныхъ примѣсей—пропущена чрезъ мелкое волосяное сито. Употребленіе „отмолотки", т. е. вновь затворенныхъ остатковъ известковаго раствора, не должно быть ни коимъ образомъ допускаться вслѣдствіе полученія слабой, легко трескающейся штукатурки. Известковый растворъ хорошо сцѣпляется преимущественно съ пористымъ, шероховатымъ матеріаломъ и плохо—съ плотными естественными камнями.

Цементный растворъ примѣняется различнаго состава, смотря по требуемой плотности, но не жирнѣе 1:1, такъ какъ въ противномъ случаѣ получается слой, не только довольно сильно усыхающій, но и вообще замѣтно отличающійся по коэффиціенту расширенія отъ самой кладки.

Смѣшанные цементно-известковые растворы сравнительно съ известковыми могутъ назначаться болѣе тощими при большей даже крѣпости и сцѣпляемости съ матеріаломъ стѣны и поэтому даютъ болѣе надежную оштукатурку.

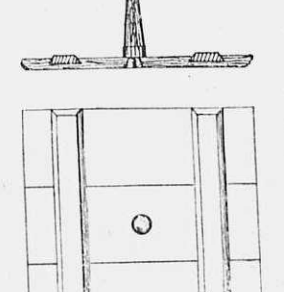
Производство работъ.

Основное условіе штукатурныхъ работъ заключается въ томъ, чтобы приступать къ нимъ только по *достаточной осадкѣ* сооруженія, въ особенности если послѣднее изъ дерева, и чтобы предохранять штукатурный слой отъ *быстраго высыханія*. Поэтому самое благопріятное время для производства работъ будетъ весна и осень до наступленія морозовъ [1]).

[1]) По нашему строительному уставу (§ 355) запрещается штукатурить снаружи дома, построенныя въ одно лѣто, до истеченія года отъ окончанія ихъ.

Инструментами для производства штукатурныхъ работъ служатъ:

1) *соколъ*—деревянный щитъ около 8—12 верш. въ квадратѣ съ круглой ручкой (**фиг. 175**), сколоченный изъ тонкихъ досокъ на шпонкахъ,


Фиг. 175.

2) *лопаточка*—на подобіе каменьщичьей кельни (**фиг. 176**) или съ нѣсколько болѣе удлиненнымъ лезвеемъ,

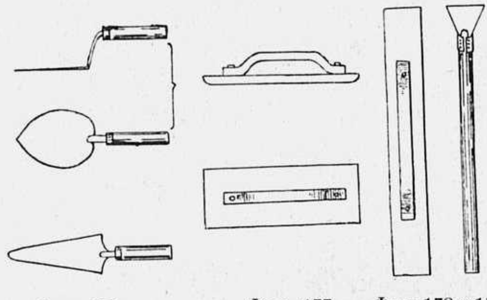
3) *терка* — небольшая деревянная (**фиг. 177**) или желѣзная дощечка съ ручкой; также *долгая терка* (**фиг. 178**)—болѣе длинная,

4) *ножъ* и небольшая *кисть*, иногда называемая „мокрой“,

5) желѣзный *скребокъ* (**фиг. 179**), помѣщенный на длинной палкѣ и служащій для очистки старой штукатурки.

Замѣшиваніе же раствора производится въ обыкновенномъ творилѣ.

Подготовивши надлежащимъ образомъ поверхность и захвативъ на соколъ, находящійся въ лѣвой рукѣ, требуемое количество раствора, штукатуръ правой рукой при посредствѣ лопаточки набрасываетъ его на назначенное мѣсто. Когда наложенный слой настолько схватится и окрѣпнетъ, что будетъ въ состояніи удержать послѣдующій, продолжаютъ накладываніе остальныхъ слоевъ до полученія требуемой толщины. Послѣ этого *затираютъ* поверхность теркой, смачивая посредствомъ кисти водой.


Фиг. 176. Фиг. 177. Фиг. 178 и 179.

Вообще же безъ особой надобности стараются не увеличивать толщины штукатурки, такъ какъ толстый слой (болѣе 1 дм.) слишкомъ долго сохнетъ и легко можетъ трескаться, въ особенности при неодинаковой величинѣ намета. При значительной толщинѣ слоя для лучшей связи его съ поверхностью набиваютъ въ это мѣсто гвоздей съ широкими шляпками, оплетая ихъ проволокой. Для уменьшенія же вѣса слоя и ускоренія его высыханія вкладываютъ кусочки древеснаго угля, кирпича, гари и т. п.

При употребленіи раствора съ *алебастромъ*, сначала разводятъ послѣдній въ полномъ количествѣ воды, назначенной для раствора, и уже потомъ добавляютъ остальныя составныя части. При этомъ стараются ограничиваться замѣшиваніемъ раствора въ такомъ количествѣ, которое необходимо лишь на самое короткое время.

При оштукатуркѣ *цементнымъ растворомъ* наносятъ весь слой сразу, чтобы уменьшить возможность отслаиванія его въ послѣдствіи. Съ тою же цѣлью сглаживаютъ поверхность войлочной или деревянной теркой (вмѣсто металлической, практиковавшейся прежде). Послѣдняя способствуетъ выдавливанію чистаго цемента на поверхность и отдѣленію верхнихъ слоевъ при высыханіи вслѣдствіе различнаго коэффиціента расширенія.

Въ случаѣ значительной толщины цементнаго раствора (превосходящей 1 дюймъ) приходится мириться съ нанесеніемъ его въ нѣсколько слоевъ съ тѣмъ, чтобы новый слой накладывался только послѣ схватыванія предыдущаго.

Для предупрежденія *высыханія и растрескиванія* цементной штукатурки помимо надлежащаго состава необходима *защита ее отъ вѣтра и нагрѣванія и періодическое смачиваніе водой* по крайней мѣрѣ въ теченіе нѣсколькихъ дней послѣ окончанія схватыванія цемента.

Штукатурка по кирпичу.

Кирпичъ вообще жадно впитываетъ изъ раствора воду, вызывая быстрое усыханіе его и нарушеніе сцѣпленія съ поверхностью, почему послѣдняя послѣ очищенія отъ грязи должна предварительно смачиваться водой.

Для усиленія сцѣпленія съ поверхностью швы нѣсколько расчищаются или еще лучше кладка ведется „въ пустошевку“, старыя же стѣны, въ особенности со слѣдами прежней оштукатурки, тщательно очищаются и „насѣкаются“ [1]).

Алебастра вообще нѣтъ надобности прибавлять при оштукатуркѣ кирпича; однако на практикѣ это часто производится (около $1/4$—$1/2$ пуд. на кв. саж.) для ускоренія схватыванія и удержанія раствора въ толстомъ слоѣ. На наружныхъ частяхъ зданій вслѣдствіе склонности гипса къ вывѣтриванію и выщелачиванію, примѣшиваніе его вообще нежелательно, хотя штукатуры неохотно отказываются отъ этого.

При покрытіи штукатуркой *каменныхъ*, *желѣзныхъ* и вообще

---

1) При полученіи кирпича изъ мергелистыхъ глинъ насѣканіе обнажаетъ свѣжія частицы его, которыя способствуютъ лучшему сцѣпленію кладки съ растворомъ штукатурки вслѣдствіе воздѣйствія извести послѣдняго на разлагаемый силикатъ кирпича.

гладкихъ частей оплетаютъ ихъ проволокой или обворачиваютъ цѣльно-рѣшетчатымъ металломъ.

Бетонныя и *цементныя* поверхности должны штукатуриться цементнымъ или цементно-известковымъ растворомъ и во всякомъ случаѣ безъ примѣси алебастра, который *можетъ вызывать отпаденіе штукатурки.*

Сырцовыя и *глинобитныя стѣны* лучше всего оштукатуривать глиной съ цементомъ, но можно покрывать и обыкновеннымъ растворомъ, если въ стѣну при набивкѣ ея были вставлены кусочки кирпича. Хорошо также, смачивши водой, обсыпать ихъ известковымъ порошкомъ.

Штукатурка по дереву.

Известковый растворъ плохо связывается съ деревомъ вслѣдствіе быстраго усыханія при поглощеніи послѣднимъ воды, и коробленія дерева при намоканіи. Съ примѣсью алебастра (1—3 пуда на кв. саж.) онъ держится на деревѣ уже гораздо лучше. Для такихъ же частей, которыя подвержены сотрясеніямъ и прогибу, и этотъ способъ соединенія оказывается не достаточнымъ.

Поэтому эти поверхности обиваются какимъ нибудь волокнистымъ матеріаломъ, напримѣръ, хворостомъ, камышемъ или дранью, употребляемой у насъ. Набивка драни производится въ два слоя крестообразно для полученія подъ верхнимъ слоемъ пустотъ, благодаря которымъ растворъ независимо отъ сцѣпленія съ дранью оказывается какъ бы подвѣшеннымъ къ ней.

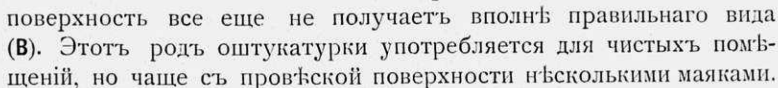
Драницы (3 арш. длиной и 1—2 дм. шириной) прибиваются подъ нѣкоторымъ угломъ къ направленію бревенъ и досокъ особыми штукатурными гвоздями, загоняемыми въ мѣстахъ перекрещиванія ихъ съ такимъ расчетомъ, чтобы промежутки между драницами получались около 1—1½ верш. На потолкѣ драть прибивается нѣсколько чаще. Вообще не вполнѣ высохшая драть лучше связывается съ растворомъ, чѣмъ сухая.

Для уменьшенія вліянія коробленія при нанесеніи раствора доски мѣстами „надкалываются“ по длинѣ съ загонкой въ полученныя щели колышковъ, которые нѣсколько раздвигаютъ и скрѣпляютъ части досокъ.

Иногда подъ дранью набивается слой войлока, который, помимо улучшенія связи штукатурки съ поверхностью уменьшаетъ теплопроводность и звукопроводность данной части сооруженія. Впрочемъ, это средство тогда только приводитъ къ цѣли, если войлокъ можетъ быть защищенъ отъ уничтоженія молью.

Виды штукатурки. По характеру и тщательности исполненія различаютъ слѣдующіе способы производства штукатурныхъ работъ.

1) **Подъ соколъ**, когда поверхность не приводится въ правильный видъ, а по нанесеніи слоя лишь сглаживается теркой или соколомъ. При этомъ исчезаютъ только мелкія неправильности, и вся поверхность представляется состоящей изъ крупныхъ впадинъ и возвышеній, что особенно замѣтно при боковомъ освѣщеніи (преувеличенно грубо показано на **фиг. 180—А**). Этотъ видъ работы требуетъ минимальныхъ количествъ матеріаловъ и времени и примѣняется въ корридорахъ и другихъ второстепенныхъ помѣщеніяхъ.

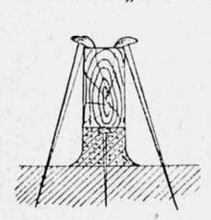


Фиг. 180.

Иногда ограничиваютъ сглаживаніе слоя одной лопаточкой, получая еще болѣе дешевую штукатурку „простымъ наметомъ“.

2) **Подъ правило**, при которомъ какъ самая работа, такъ и повѣрка правильности ея производится при помощи передвигаемаго въ различныхъ направленіяхъ „правила“, небольшого отесаннаго бруска (около 2 арш. длиной), отчего часть мелкихъ неровностей сглаживается, хотя поверхность все еще не получаетъ вполнѣ правильнаго вида (**В**). Этотъ родъ оштукатурки употребляется для чистыхъ помѣщеній, но чаще съ провѣской поверхности нѣсколькими маяками.

3) **По маякамъ** (**подъ причалку**), который состоитъ въ томъ, что на взаимномъ разстояніи 2—3 арш., соотвѣтствующемъ длинѣ правила, накладывается изъ алебастра рядъ направляющихъ дорожекъ, называемыхъ „маяками“. Для этого, обозначивши положеніе штукатурнаго слоя нѣсколькими круглошляпными гвоздями (**фиг. 181**), прикладываютъ къ нимъ прямую рейку и подливаютъ ее густымъ алебастровымъ растворомъ.



Фиг. 181.

Промежутки между маяками заполняются обыкновеннымъ порядкомъ штукатуркой „подъ правило“, послѣ чего маяки вмѣстѣ съ гвоздями выбиваются и замѣняются растворомъ. Въ противномъ случаѣ при усыханіи можетъ происходить отдѣленіе ихъ отъ остальной штукатурки и при окраскѣ образованіе пятенъ.

Этотъ видъ оштукатурки, весьма распространенный при от-

дѣлкѣ чистыхъ помѣщеній, даетъ уже совершенно ровныя поверхности, хотя и не въ строго горизонтальномъ и вертикальномъ направленіи, такъ какъ для уменьшенія величины намета и облегченія въ работѣ маяки накладываются съ нѣкоторымъ уклоненіемъ отъ вполнѣ правильнаго положенія штукатурнаго слоя (**C**).

Для полученія болѣе гладкаго вида послѣ протягиванія правиломъ производится обыкновенно „накрывка“ жирнымъ растворомъ при посредствѣ долгой терки.

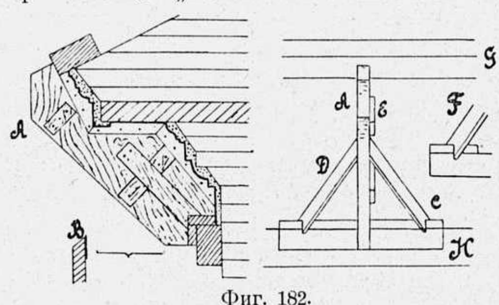
4) **По маякамъ (по отвѣсу)**, отличающемся отъ предыдущаго только тѣмъ, что маяки наносятся въ строго требуемомъ направленіи (**D**). Этотъ видъ оштукатурки тѣсно связанъ съ архитектурной обработкой поверхностей и потому примѣняется только для богато украшенныхъ построекъ.

5) *Набрызгомъ* на подобіе ноздреватаго или околотаго камня. Онъ получается набрасываніемъ раствора съ примѣсью кусочковъ камня или кирпича. Такъ часто оштукатуриваютъ наружные фасады (на растворѣ изъ гидравлической извести отъ 1 : 2 до 1 : 3).

Штукатурка кривыхъ поверхностей производится особенно искусными рабочими, обыкновенно по маякамъ, заполняя промежутки между послѣдними на глазъ или съ помощью шаблоновъ. Поверхности вращенія могутъ также получаться протаскиваніемъ правила при посредствѣ двигающейся по кругу доски, называемой „воробой“, или какого нибудь другого болѣе сложнаго приспособленія.

Вытягиваніе корнизовъ.

Всѣ выступающія части болѣе или менѣе сложной формы для ускоренія въ работѣ „тянутся“ по всей ширинѣ одновременно при помощи „шаблоновъ“. Шаблоны сколачиваются (**фиг. 182**) изъ досокъ и обрѣзаются согласно требуемому очертанію. Срѣзъ дѣлается скошеннымъ для постепеннаго выдавливанія раствора и обшивается со стороны выступающей части кровельнымъ желѣзомъ для полученія болѣе чистаго вида (B).



Фиг. 182.

Для удержанія шаблона A въ строго перпендикулярномъ къ направленію движенія положеніи къ нему придѣлываются салазки C, укрѣпленныя, кромѣ того, распорками D. Шаблонъ двигается салазками по нижней рейкѣ H; другой же конецъ его при посредствѣ соотвѣтствующаго вырѣза направляется по верхнему брусу G. Иногда для упрощенія сплошныя салазки замѣняются набивными дощечками (F). При большихъ карнизахъ верхній край шаблона снабжается такими же салазками, какъ и нижній, и усиливается добавочными раскосами.

Направляющія рейки укрѣпляются костылями и „примораживаются“ къ стѣнѣ алебастромъ. Рейки и шаблонъ устанавливаются такимъ образомъ, чтобы возможно ближе подойти къ профилю кладки, полученной „вчернѣ“.

Сдѣлавши затѣмъ наметъ, накладываютъ постепенно растворъ съ такимъ расчетомъ, чтобы при движеніи шаблона выходили всѣ его очертанія. При этомъ производятъ надавливаніе шаблона на карнизъ и смачиваютъ поверхности раствора водой.

Внутренніе углы за невозможностью дотянуть шаблонъ до самаго конца заканчиваются отъ руки, продолжая части карниза до пересѣченія при посредствѣ различнаго рода деревянныхъ или мѣдныхъ (не желѣзныхъ) реечекъ, лопаточекъ и небольшихъ терокъ.

Для удержанія при вытягиваніи карнизовъ болѣе толстыхъ слоевъ намета, а также для полученія болѣе острыхъ и чистыхъ очертаній обломовъ его, къ раствору приходится добавлять относительно большое количество алебастра, а иногда для лучшаго соединенія частей оштукатурки между собой и различныхъ волокнистыхъ веществъ, вродѣ пакли и шерсти.

При ограниченіи угловъ помѣщеній скошенными и закругленными поверхностями послѣднія грубо заканчиваются деревянной обшивкой по кобылкамъ, при чемъ образующіяся *полости*, во избѣжаніе выпучиванія, сообщаются съ помѣщеніемъ въ нѣсколькихъ мѣстахъ небольшими отверстіями.

Лѣпныя украшенія примораживаются къ оштукатуркѣ алебастромъ и укрѣпляются, въ случаѣ надобности, проволокой и гвоздями.

Исправленіе штукатурки. Ремонтируемыя мѣста сначала очищаются скребкомъ (**фиг. 179**) отъ окраски и обѣлки. Затѣмъ разрѣзавши узкія щели и выбоины ножемъ для отдѣленія ослабѣвшихъ частей штукатурки, смачиваютъ эти мѣста водой и заполняютъ растворомъ, затирая его теркой съ пескомъ.

Перетирку всей штукатурки производятъ также мокрой теркой съ пескомъ, предварительно очистивши поверхность скребкомъ и смочивши водой. При этомъ отставшія мѣста, легко опредѣляемыя постукиваніемъ, во всякомъ случаѣ отбиваются молоткомъ.

IV.

Металлы и ихъ обработка.

Отличаясь большою крѣпостью и твердостью, металлы не имѣютъ свойственной, напримѣръ, естественнымъ камнямъ, хрупкости и допускаютъ самую сложную обработку ковкой или отливкой. Въ силу этихъ весьма цѣнныхъ свойствъ, а также легкости полученія въ настоящее время желѣза и стали въ большихъ количествахъ только и стало возможнымъ осуществленіе такихъ сооруженій, какъ современные мосты, броненосцы, вокзалы, машины, не говоря уже о мелкихъ частяхъ и украшеніяхъ.

Желѣзо и сплавы.

Желѣзныя руды. Въ чистомъ видѣ металлическое желѣзо, исключая болитовъ, почти не встрѣчается вслѣдствіе относительно легкой окисляемости въ воздухѣ и въ водѣ. Поэтому приходится добывать его изъ различныхъ соединеній, встрѣчаемыхъ въ природѣ и называемыхъ *рудами*.

Главнѣйшими рудами являются *окислы желѣза* и *углекислая его соль*.

Изъ кислородныхъ соединеній наиболѣе удобной и легко возстановляемой представляется окись желѣза (Fe_2O_3) въ видѣ *краснаго желѣзняка* и *желѣзнаго блеска*. Нѣсколько труднѣе перерабатывается *магнитный желѣзнякъ* (Fe_3O_4). *Бурые желѣзняки* ($Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$) хорошо возстановляются, но часто содержатъ много примѣсей. *Углекислый желѣзнякъ* ($FeCO_3$) требуетъ предварительнаго прокаливанія для удаленія CO_2.

Первыя двѣ окисныя руды имѣются у насъ въ Екатеринославской губ.; магнитный желѣзнякъ—главнымъ образомъ на Уралѣ и въ Швеціи; бурые желѣзняки, чаще въ видѣ *болотной руды*,—преимущественно на сѣверѣ, и углекислый желѣзнякъ—въ Англіи.

Выплавка чугуна.

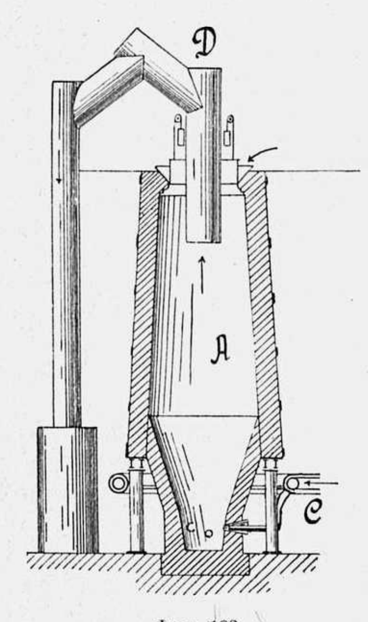
Для полученія изъ кислородныхъ рудъ желѣза пользуются нагрѣваніемъ ихъ съ углемъ или окисью углерода (CO), которые отнимая кислородъ, возстановляютъ чистое желѣзо. Въ прежнее время непосредственно накаливали въ горнѣ руду, но этотъ способъ сопровождался большой потерей желѣза и былъ весьма неэкономиченъ.

Гораздо болѣе выгоднымъ представляется предварительное полученіе богатаго углеродомъ *чугуна* (2,5—4,5% C) съ послѣдующимъ обращеніемъ его въ желѣзо.

Развитіе металлургической промышленности помимо существованія богатыхъ желѣзомъ рудъ зависитъ также и отъ наличности дешеваго, преимущественно мѣстнаго топлива [1]).

Доменный процессъ.

Обжигъ руды и полученіе чугуна производится въ особыхъ печахъ, называемыхъ *доменными* (**фиг. 183**). Въ современномъ своемъ устройствѣ эта печь представляетъ нетолстую кирпичную шахту A на колоннахъ съ суживающеюся нижнею частью, у дна которой расположены отверстія C для дутья воздуха и выпуска чугуна и шлаковъ. Выходящіе изъ домны газы собираются трубами D и отводятся въ особые регенераторы, гдѣ утилизируются для подогрѣванія вдуваемаго воздуха. Топливомъ служитъ древесный уголь или коксъ. Каменный же уголь вслѣдствіе большого содержанія сѣры, весьма вредной для всѣхъ видовъ производства металла, здѣсь не примѣняется.



Фиг. 183.

Самый процессъ состоитъ въ томъ, что прогрѣвши предварительно печь, загружаютъ ее въ надлежащей пропорціи рудой съ топливомъ и *флюсами*, которые назначаются для выдѣленія землистыхъ при-

[1]) Въ этомъ отношеніи нашъ югъ и Сибирь находятся въ достаточно благопріятныхъ условіяхъ, тогда какъ на Уралѣ съ постепенной вырубкой лѣсовъ и неимѣніи удовлетворительнаго каменнаго угля производство желѣза постепенно падаетъ.

мѣсей, послѣ чего начинаютъ дутье. Опускаясь постепенно книзу, загрузка или такъ называемая *колоша* прежде всего теряетъ воду и летучія свои части (CO_2, S). Затѣмъ при встрѣчѣ съ раскаленнымъ углемъ и окисью углерода (CO), получающейся отъ разложенія образующагося внизу при вдуваніи воздуха углекислаго газа, происходитъ возстановленіе желѣза.

Выдѣлившееся, однако, здѣсь желѣзо вслѣдствіе избытка углерода тотчасъ обращается послѣднимъ въ чугунъ, который расплавляется и стекаетъ на дно печи. По мѣрѣ скопленія чугунъ освобождается отъ всплывающихъ на поверхность его шлаковъ и выпускается внаружу, гдѣ и застываетъ въ особыхъ формахъ въ видѣ брусковъ или *свинокъ*.

Доменная печь для уменьшенія расхода топлива на прогрѣваніе заряжается обыкновенно на нѣсколько лѣтъ и можетъ давать до 9.000 пуд. чугуна въ сутки. Нормально выплавляется *бѣлый чугунъ*, какъ болѣе дешевый и удобный для передѣлки въ желѣзо.

Необходимая для доменнаго процесса температура не должна, по возможности, выходить въ поясѣ возстановленія желѣза изъ руды за предѣлы 700 — 1000° C, за которыми можетъ происходить уже обратное разложеніе CO_2 и окисленіе желѣза. Поэтому-то и перешли отъ прежнихъ массивныхъ доменныхъ печей къ современнымъ тонкостѣннымъ. Распредѣленіе температуры въ различныхъ стадіяхъ процесса или поясахъ наблюдается слѣдующее. Верхній подготовительный поясъ 400°, слѣдующій возстановительный 700—900°, цементаціи 1050—1200° и плавленія чугуна 1200—1300°. Колошниковые газы, которые вслѣдствіе нѣкотораго раскисленія CO_2 въ CO, содержатъ довольно большое количество послѣдняго, имѣютъ температуру около 150—300° C, такъ что коэффиціентъ полезнаго дѣйствія печи доходитъ до 70%. Количество топлива составляетъ около 80—150% отъ вѣса выплавленнаго чугуна при коксѣ и 65—100% при древесномъ углѣ. Общая высота печи при древесномъ углѣ 10—13 метр. и при коксѣ 18—24. По нѣмецкимъ даннымъ полное оборудованіе доменной печи обходитая въ 50 руб. на каждый пудъ суточнаго производства чугуна.

Для полученія *бѣлыхъ чугуновъ*, помимо указаннаго ниже состава руды, требуется ускореніе реакціи, для чего примѣняется древесный уголь, быстрый сходъ колоши, дутье въ большомъ объемѣ около 500°, но съ меньшимъ давленіемъ и болѣе легкоплавкіе шлаки. Для *сѣрыхъ*—обратныя условія съ болѣе высокой температурой, замедленіемъ реакціи, примѣненіемъ кокса и отливкой въ песочныхъ, а не металлическихъ формахъ.

Полученіе желѣза и стали.

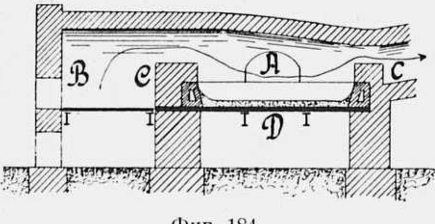
Для перевода богатаго углеродомъ чугуна въ сталь, съ меньшимъ содержаніемъ его (0,25—1,5%), и въ желѣзо—почти безъ углерода, отнимаютъ послѣдній, вообще говоря, кислородомъ воздуха или кислородныхъ же соединеній желѣза.

По способу выполненія этого процесса отличаютъ *сварочное желѣзо*, получаемое въ *кричныхъ* и *пудлинговыхъ печахъ* въ тѣстообразномъ состояніи безъ расплавленія, и *литое желѣзо*, при полученіи котораго обезуглероживаніе производится при столь высокой температурѣ, что желѣзо плавится.

Въ настоящее время тѣ массы желѣза, которыя выбрасываются на рынокъ, могутъ быть изготовлены только въ видѣ *литого* металла, *сварочное* же желѣзо стало извѣстнаго рода рѣдкостью и употребляется въ самыхъ исключительныхъ случаяхъ.

Кричной способъ. Въ обыкновенномъ горну съ дутьемъ разжигаютъ древесный уголь, прибавляя богатыхъ окисью желѣза шлаковъ, и постепенно всовываютъ въ него бруски чугуна. Расплавляясь, чугунъ теряетъ подъ вліяніемъ окислительной среды свой марганецъ, кремній и наконецъ углеродъ, вслѣдствіе чего начинаетъ густѣть и творожиться, приставая къ лому, которымъ производится мѣшаніе, и образуя „крицы“. Вся операція продолжается 2—4 часа и даетъ не болѣе 6—12 пуд. желѣза. Такъ какъ въ крицѣ *задерживаются шлаки*, то ее нагрѣваютъ и проковываютъ для удаленія послѣднихъ. Въ настоящее время этотъ способъ почти не примѣняется [1]).

Пудлинговый способъ. Этотъ способъ по характеру процесса аналогиченъ съ предыдущимъ, но производится въ особой печи (**фиг. 184**) съ вынесенной топкой, въ которой поэтому можетъ быть сжигаемъ и каменный уголь, что удешевляетъ производство.



Фиг. 184.

Печь состоитъ изъ сводчатой камеры A съ топкой B и двумя порогами C, между которыми располагается чугунная сковорода D, выложенная *футровкой*, чаще изъ окалины. Процессъ заключается также въ послѣдовательномъ выжиганіи углерода. За 2—4 часа вырабатываютъ до 300 пуд. желѣза [2]).

---

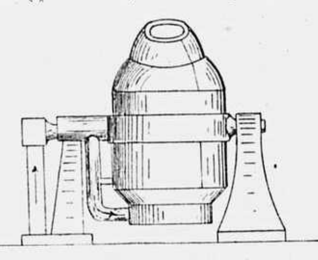
[1]) Въ такомъ желѣзѣ остается все-таки до 2% шлаковъ. Древесный уголь при этомъ способѣ является обязательнымъ вслѣдствіе отсутствія въ немъ сѣры, которая можетъ быть удалена только при посредствѣ густоплавкихъ шлаковъ, недопустимыхъ въ данномъ случаѣ. Угля идетъ 80—100% отъ вѣса получаемаго желѣза. Угаръ желѣза достигаетъ 10—14%.

[2]) Сначала забрасываютъ на сковороду кислые шлаки. съ размягченіемъ которыхъ накладывается чугунъ. Послѣ расплавленія чугуна при посредствѣ остроконечныхъ ломовъ перемѣшиваютъ его со шлаками, при чемъ послѣдовательно выгораетъ Si, Mn и C, а также переходитъ въ шлаки большая часть находившагося въ чугунѣ фосфора и сѣры. Къ концу реакціи, когда масса начнетъ густѣть и образуются крицы, послѣднія подкатываются къ порогу, чтобы хорошенько проварить ихъ и дать выдѣлиться шлакамъ, затѣмъ вынимаются изъ печи и прокатываются. Въ этомъ процессѣ послѣ плавленія чугуна прежде всего начинаетъ выдѣляться Si, что отбѣливаетъ чугунъ, затѣмъ только около 1000—1200° C окисляется углеродъ и само желѣзо. Расходъ топлива выходитъ въ 100—125% отъ вѣса чугуна. Если хотятъ получить сталь, то не доводятъ операцію до конца.

Литой металлъ.

Бессемерованіе. Процессъ состоитъ въ томъ, что въ предварительно расплавленный чугунъ вдувается воздухъ, за счетъ котораго и сгораютъ Si, Mn и C. При этомъ температура настолько поднимается (около 1600° C), что обезуглероженное желѣзо получается въ жидкомъ видѣ и можетъ быть вылито въ формы.

Операція производится при помощи особыхъ грушевидныхъ сосудовъ или „конверторовъ", вращающихся на горизонтальной оси (фиг. 185). Конверторъ дѣлается изъ желѣза съ огнеупорной футровкой и снабжается коробкой съ дырчатымъ дномъ для вдуванія воздуха (сквозь одну изъ цапфъ).



Фиг. 185.

Расплавленный въ особыхъ вагранкахъ чугунъ вливается въ предварительно нагрѣтый конверторъ и начинается дутье. Реакцію доводятъ до конца, т. е. обезуглероживаютъ желѣзо вполнѣ и потомъ уже для полученія надлежащаго содержанія углерода добавляютъ марганцоваго чугуна (Англійскій способъ). Или же останавливаютъ процессъ на требуемомъ содержаніи углерода, опредѣляемомъ спектроскопомъ, что возможно при относительно чистомъ чугунѣ (Шведскій способъ).

Вся операція заканчивается въ 10—20 мин. и даетъ за это время до 900 пуд. желѣза почти безъ примѣси шлаковъ, которые всплываютъ, но съ нѣкоторою „пузырчатостью" вслѣдствіе вдуванія воздуха. Этимъ способомъ въ настоящее время вырабатывается главная масса металла для прокатки рельсъ и балокъ [1]).

Способъ Томаса аналогиченъ бессемерованію, но производится

---

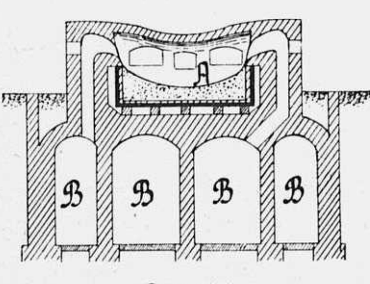
[1]) Къ достоинствамъ бессемерованія относится кромѣ того возможность весьма точной дозировки углерода, т. е. полученія стали любого состава; къ недостаткамъ же—необходимость примѣненія болѣе дорогого, кремнистаго чугуна, такъ какъ кремній нуженъ, какъ топливо, трудность удаленія фосфора (кислая футровка), нѣкоторая сложность опе-
раціи и большая стоимость оборудованія. Кислая футровка составляется изъ кварцита съ глиной. Хотя глубина конвертора достигаетъ 4—5 мт., но металла наливается не болѣе 0,5 мт., потому что во второй періодъ сгоранія C въ CO металлъ сильно кипитъ и брызгаетъ. Нормально берутъ чугунъ съ 2% Si; при нѣмецкомъ способѣ—съ 1% Si, но за то предварительно перегрѣваютъ его. При бессемерованіи расходъ топлива слагается изъ 10-15% отъ вѣса чугуна на расплавленіе его въ вагранкахъ и 15—30% въ паровыхъ двигателяхъ. Потеря при этотъ въ желѣзѣ достигаетъ 12%.

Для уничтоженія пузырчатости и уплотненія бессемеровскаго металла помимо проковки даютъ ему послѣ отливки отстояться для выхода газовъ и производятъ отливку болванки снизу и съ „прибылью", которую потомъ отрубаютъ.

на *основной* футровкѣ конвертора для удаленія изъ металла *фосфора и сѣры* [1]).

Способъ Мартена заключается въ сплавленіи, чугуна съ желѣзомъ въ присутствіи шлаковъ и при очень высокой температурѣ, достигаемой при помощи газовыхъ *регентраторовъ Сименса*, отчего самый процессъ часто называютъ способомъ Сименсъ-Мартена.

Печь устраивается на подобіе пудлинговой (**фиг. 186**) и состоитъ изъ сковороды A съ кислой или основной футровкой, смотря по составу чугуна, надъ которой производятъ сжиганіе генераторнаго газа и сильно подогрѣтаго воздуха, получаемыхъ въ нижнихъ галлереяхъ B съ насадкой.



Фиг. 186.

Сначала расплавляютъ въ печи чугунъ, къ которому понемногу прибавляютъ желѣзо, обыкновенно въ видѣ лома и обрѣзковъ, раньше совершенно пропадавшихъ; затѣмъ—руду, чаще въ видѣ краснаго желѣзняка, перемѣшивая всю загрузку ломомъ. Процессъ стараются довести до полнаго обезуглероживанія металла, чтобъ вмѣстѣ съ C сжечь и остальныя примѣси, для чего по временамъ берутъ изъ печи пробу. Съ цѣлью полученія надлежащаго содержанія углерода и очищенія продукта послѣ удаленія шлаковъ, добавляютъ ферромангана.

Помимо удобства использованія остатковъ желѣза этотъ процессъ отличается меньшей сложностью и даетъ болѣе плотный металлъ, съ производительностью за одну выплавку въ 4--12 часовъ до 400—300 пуд. (въ Америкѣ). Этимъ способомъ вырабатывается въ настоящее время почти вся масса обыкновеннаго продажкаго желѣза [2]).

---

[1]) Для успѣшности процесса въ чугунѣ долженъ находиться въ достаточномъ количествѣ фосфоръ, для чего идетъ обыкновенно чугунъ съ 3% P, 1% Si и до 2% Mn. Основная футровка состоитъ изъ магнезита (MgO) съ дегтемъ, предварительно же въ началѣ процесса для сохраненія ея всыпается 10—15% извести, которая всплываетъ потомъ въ видѣ шлаковъ. Здѣсь послѣдній періодъ обязательно доводятъ до конца, такъ какъ P начинаетъ выгорать уже послѣ C.

[2]) Загрузка при этомъ процессѣ составляется изъ 1 части чугуна и 3—4 ч. желѣза, но такъ какъ послѣдняго обыкновенно не хватаетъ, то добавляютъ красной руды (Fe_2O_3); впрочемъ, такая прибавка ухудшаетъ качество металла. Примѣшиваемое желѣзо не должно содержать олова, сурьмы и никкеля, весьма трудно удаляемыхъ. При способѣ Мартена P вслѣдствіе недостатка въ C начинаетъ выдѣляться съ перваго періода (отличіе отъ Бессемерованія). Прибавленіе Mn дѣлается для выдѣленія S и удаленія закиси желѣза (FeO), которая сообщаетъ металлу также красноломкость. Количество топлива идетъ около 30—70% и даетъ угара въ желѣзѣ до 9%.

Полученіе стали.

Сталь получается неполнымъ обезуглероживаніемъ чугуна, сплавленіемъ желѣза съ чугуномъ и цементаціей желѣза углеродомъ. Поэтому и отличаютъ сталь *кричную*, *пудлинговую*, *цементную*, *бессемеровскую*, *мартеновскую* и *тигельную*.

1) *Кричная сталь* добывается подобно кричному желѣзу, но процессъ не доводятъ до конца. Для облегченія этого дутье производится не снизу, а сверху.

2) *Пудлинговая сталь* подобна предыдущей.

3) *Цементная сталь* получается продолжительнымъ прокаливаніемъ въ закрытыхъ глиняныхъ ящикахъ желѣза съ чистымъ углемъ, по возможности древеснымъ. Требуется очень чистое желѣзо. Накаливаніе ведется около 3 недѣль при температурѣ 1000—1170°С, при которой соединяется до 1,5% С. При бѣлокалильномъ жарѣ можно довести сталь до чугуна. Продуктъ выходитъ нѣсколько вздутымъ, почему переплавляется (рафинируется) и проковывается. Этотъ видъ стали идетъ преимущественно на инструменты.

4) *Бессемеровская и мартеновская сталь* вырабатывается такимъ же образомъ, какъ и желѣзо при этихъ способахъ, но съ добавкой соотвѣтствующихъ количествъ чугуна. Бессемеровская сталь идетъ чаще на желѣзнодорожныя издѣлія, мартеновская же на литыя издѣлія.

5) *Тигельная сталь* была первой литой сталью и получалась сплавленіемъ въ тигляхъ чугуна и руды или накаливаніемъ желѣза съ древеснымъ углемъ. Въ настоящее время подъ тигельной сталью подразумѣваютъ всякую сталь, очищенную (рафинированную) переплавкой въ тигляхъ, преимущественно графитовыхъ, какъ непропускающихъ газовъ и недѣйствующихъ на металлъ. Накаливаніе производятъ въ коксѣ, газовомъ пламени и въ генераторномъ газѣ въ теченіе 4 часовъ, послѣ чего прибавляютъ требуемыя примѣси (W, Cr, Ni). Затѣмъ массѣ даютъ около часу отстоятся для удаленія шлаковъ и выхода газовъ. Этотъ способъ очень дорогой, но вырабатываетъ весьма чистую плотную сталь, идущую на приготовленіе тонкихъ инструментовъ, стволовъ, осей, брони, пушекъ и т. п.

Техническія свойства желѣза и его сплавовъ.

Свойства желѣза и сплавовъ зависятъ какъ отъ состава ихъ такъ и отъ структуры или строенія самого вещества. Главною составною частью, которая входитъ въ соединеніе съ желѣзомъ, является *углеродъ*, затѣмъ въ видѣ примѣсей *кремній*, *марганецъ*, *фосфоръ*, *хромъ*, *вольфрамъ*, *никкель*, *алюминій*, *ванадій* и др.

Углеродъ сообщаетъ сплавамъ желѣза *твердость* и *крѣпость* и понижаетъ точку плавленія ихъ. Чистое желѣзо плавится около 1600° С, наименьшая же температура плавленія наблюдается при содержаніи углерода въ 4,1—4,2% (1170—1150° С), съ увеличеніемъ котораго плавкость снова уменьшается.

Прежде, когда умѣли приготовлять лишь извѣстные сплавы Fe съ C, отличали только желѣзо, сталь и чугунъ. Въ настоящее время, благодаря способу Бессемера и Сименса-Мартена, явилась возможность получать какія угодно промежуточныя соотношенія. Поэтому во многихъ государствахъ *желѣзомъ* называютъ исключительно *сварочный металлъ*, а *литой—сталью*. У насъ же и въ

Германіи различаютъ *сварочное* и *литое желѣзо*, съ малымъ содержаніемъ углерода и не обладающее способностью принимать *закалку*, и *сталь*, способную принимать ее. Кромѣ того характернымъ отличіемъ желѣза является его *свариваемость*, а чугуна—относительная *легкоплавкость* [1]).

Сообразно съ этимъ называютъ сплавы съ содержаніемъ

0,05 — 0,25% C желѣзомъ,
0,25 — 1,5% C сталью,
2,5 — 4,5% C чугуномъ.

Промежуточная группа съ 1,5—2,5% C не находитъ примѣненія въ современной техникѣ.

Изъ *примѣсей* безусловно вредной оказывается *сѣра*, которая даже въ небольшихъ количествахъ сообщаетъ металлу *красноломкость*, т. е. хрупкость въ краснокалильномъ жару (при бѣломъ каленіи это исчезаетъ [2]).

Фосфоръ также даже при маломъ содержаніи вреденъ для стали и желѣза, причиняя имъ *хладноломкость*, т. е. хрупкость при низкихъ температурахъ, и полезенъ для нѣкоторыхъ сортовъ чугуна (способъ Томаса [3]).

Кремній въ небольшой пропорціи повышаетъ въ желѣзѣ и стали крѣпость, а въ болѣе значительной — сообщаетъ хрупкость, хладноломкость и уменьшаетъ свариваемость. Въ чугунѣ же кремній необходимъ для полученія сѣраго литейнаго его сорта, и при бессемерованіи (до 2½%).

Марганецъ сообщаетъ желѣзу и стали твердость и хрупкость, а въ чугунѣ препятствуетъ выдѣленію графита. Кромѣ того при всякомъ содержаніи углерода онъ способствуетъ удаленію изъ металла сѣры и закиси желѣза [4]).

Изъ другихъ примѣсей *вольфрамъ*, *никкель* и *хромъ* придаютъ металлу главнымъ образомъ значительную твердость и хрупкость [5]).

Строеніе металла оказываетъ весьма существенное вліяніе на его свойства и помимо присутствія нѣкоторыхъ примѣсей обусловливается *механической и термической обработкой*. Послѣднее

---

1) Сталь плавится въ среднемъ при 1400—1450°С, а чугунъ при 1050—1300°С.

2) Содержаніе S въ сварочномъ металлѣ не должно быть болѣе 0,03% и литомъ болѣе 0,5%.

3) Фосфоръ понижаетъ температуру плавленія чугуна и дѣлаетъ его болѣе жидкоплавкимъ, что находитъ примѣненіе при отливкѣ статуэтокъ. Содержаніе его въ сварочномъ металлѣ не должно превосходить 0,3% и литомъ—0,03%, откуда видно, что литой металлъ особенно чувствителенъ къ нему.

4) Закись желѣза (FeO) такъ же, какъ и сѣра причиняетъ металлу красноломкость.

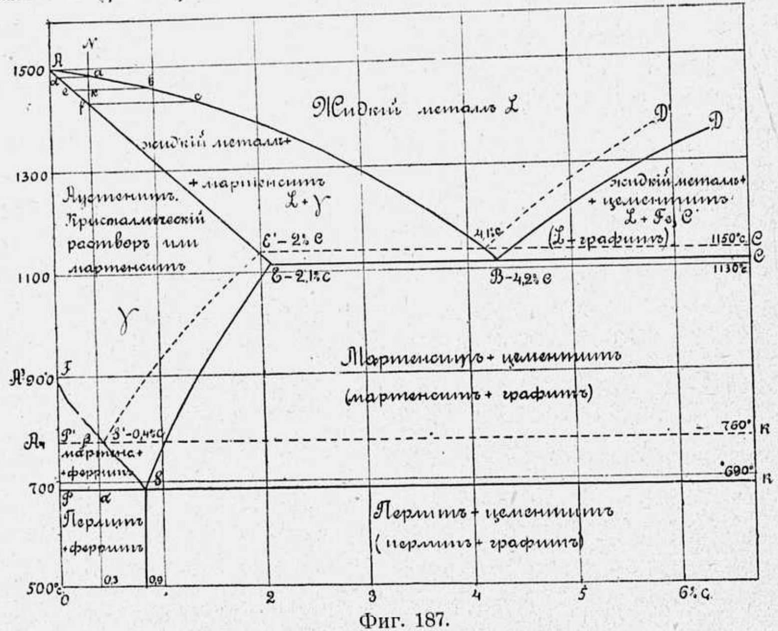
5) Алюминій способствуетъ образованію сѣраго чугуна и удаленію изъ металла сѣры, хотя дѣлаетъ его хрупкимъ и затрудняетъ свариваніе. Мышьякъ и большія количества мѣди сообщаютъ подобно сѣрѣ красноломкость.

изучено сравнительно недавно и составляетъ предметъ особой *металлографіи*.

Микроскопическое изслѣдованіе спеціально протравленныхъ шлифовъ (приводимыхъ для нѣкоторыхъ сортовъ металла въ приложеніи), кромѣ того или другого строенія зерна, показываетъ образованіе въ желѣзѣ особыхъ минераловъ, съ наличностью которыхъ связаны и извѣстныя его свойства. Такимъ образомъ установлено, что чистое желѣзо состоитъ почти исключительно изъ *феррита*, вещества сравнительно весьма мягкаго, незакаленная сталь главнымъ образомъ—изъ *перлита*, уже болѣе твердаго, бѣлый же чугунъ и сталь съ большимъ содержаніемъ углерода—изъ *цементита*, который еще тверже перлита. Закалка стали сопровождается образованіемъ *мартенсита* и *аустенита* игольчатаго строенія.

Крупнозернистость такъ же, какъ это имѣло мѣсто и при естественныхъ камняхъ, понижаетъ механическія свойства металла, мелкое же зерно даетъ болѣе однородный и крѣпкій матеріалъ. *Волокнистое* строеніе, присущее преимущественно сварочному металлу, вслѣдствіе существованія шлаковыхъ прослоекъ дѣлаетъ его болѣе пластичнымъ и гибкимъ.

Структурныя свойства желѣзоуглеродистыхъ сплавовъ выражаются діаграммами плавкости (фиг. 187). Если по одной изъ осей координатъ будемъ откладывать темпе-



Фиг. 187.

ратуры застыванія сплавовъ желѣза съ различнымъ содержаніемъ углерода, которое будемъ отмѣчать по другой оси (абсциссъ), то получимъ кривую плавкости ABD. По характеру ея можно заключить, что съ увеличеніемъ содержанія C температура плавленія сплава уменьшается и достигаетъ min. при содержаніи его въ 4,2%; затѣмъ она растетъ (вѣтвь BD). Слѣдовательно область ABD будетъ областью вполнѣ жидкаго металла. Если теперь возьмемъ растворъ какого-нибудь опредѣленнаго состава, напримѣръ, съ 0,3% C (линія N) и станемъ его охлаждать, то при паденіи температуры ниже точки a, онъ начнетъ измѣнять свою консистенцію. Такъ, при температурѣ, напримѣръ, соотвѣтствующей точкѣ k, при которой въ жидкомъ состояніи можетъ существовать только растворъ съ содержаніемъ углерода b, большимъ, чѣмъ a, часть послѣдняго должна будетъ выдѣлиться въ твердомъ видѣ съ составомъ c, меньшимъ a. Такимъ образомъ по мѣрѣ остыванія сплава, изъ него будутъ выпадать твердыя частицы все съ большимъ и большимъ содержаніемъ C, измѣняющимся по кривой df, а остальная жидкая его часть будетъ слѣдовать въ своемъ составѣ по кривой ac. Въ точкѣ f весь растворъ затвердѣетъ въ видѣ такъ называемаго „твердаго раствора“ или *мартенсита*. Если бы линія N была направлена правѣе и пересѣкала EB, то твердыя частицы выпадали бы также по кривой AE, а жидкія слѣдовали бы по AB. Подходя же къ температурѣ по линіи AB, т. е. къ 1130°C, растворъ затвердѣлъ бы въ составѣ „твердаго раствора“ и *эвтектики*, соотвѣтствующей по составу точкѣ B, т. е. съ 4,2% C и называемой этимъ именемъ по самому быстрому изъ всѣхъ сплавовъ переходу въ жидкое состояніе. При составѣ правѣе точки B, жидкая часть сплава, напротивъ, будетъ бѣднѣть C, а выдѣляться станетъ твердый компонентъ, болѣе богатый углеродомъ, въ данномъ случаѣ *цементитъ*. Слѣдовательно выше ABD область жидкаго металла, въ предѣлахъ ABE и CBD полужидкаго и ниже AEC твердаго различнаго состава и структуры.

Перейдя въ твердое состояніе, металлъ въ зависимости отъ состава и температуры остыванія продолжаетъ измѣняться, получая различное кристаллическое строеніе, которое и обусловливаетъ его механическія свойства. При содержаніи до 2,1% C и охлажденіи до границы FSE металлъ представляетъ твердый растворъ, т. е. вполнѣ однородное вещество, называемое *мартенситомъ*. Въ верхней же части этой области оно обладаетъ нѣсколько отличными свойствами и называется *аустенитомъ*, въ нижней части—*троститомъ* и *сорбитомъ*. Въ области FSP мартенситъ переходитъ въ другую разновидность желѣза β, называемую *ферритомъ* и ниже PS—*перлитомъ* (въ данномъ случаѣ разновидность желѣза α). Въ области SECK твердый металлъ состоитъ изъ мартенсита съ *цементитомъ*, изъ которыхъ количество послѣдняго увеличивается по мѣрѣ возрастанія содержанія C. Ниже SK мартенситъ переходитъ въ *перлитъ*. На границахъ указанныхъ областей встрѣчаются смѣшанныя составныя части.

Приведенная здѣсь діаграмма соотвѣтствуетъ каждому опредѣленному составу желѣза (примѣсямъ) и ходу термической обработки. Данная система есть цементитовая или *неустойчивая*, обусловливаемая быстрымъ охлажденіемъ, При медленномъ охлажденіи и отсутствіи Mn изъ цементита будетъ выдѣляться графитъ, и линіи пойдутъ иначе (прочерчено пунктиромъ). При содержаніи Si всѣ линіи дѣлаются болѣе крутыми, а съ Mn—болѣе пологими, горизонтальные же участки почти исчезаютъ. Поэтому для каждаго состава должна вычерчиваться особая діаграмма.

Изъ названныхъ минераловъ желѣза ферритъ соотвѣтствуетъ наименьшему содержанію C, представляя почти чистое желѣзо, перлитъ уже богаче C и самый богатый цементитъ, состоящій изъ химическаго соединенія съ нимъ въ формѣ *карбита* съ 6,7% C (Fe_3C). Ферритъ обладаетъ весьма малою твердостью (3,5—3,7) и характеризуетъ чистое мягкое желѣзо, цементитъ отличается большею твердостью (5—7) и встрѣчается въ бѣломъ чугунѣ и стали съ составомъ болѣе 0,9%C Перлитъ при большомъ увеличеніи представляется состоящимъ изъ полосокъ феррита и цементита (съ содержаніемъ около 0,9% C) и обладаетъ средней твердостью (4—5). Онъ входитъ въ составъ всякаго чугуна и незакаленной стали. Сталь съ 0,9% C состоитъ почти исключительно изъ перлита. Мартенситъ съ твердостью 4 и съ составомъ 0,05—1% C. Онъ имѣетъ игольчатое строеніе и вмѣстѣ съ аустенитомъ обусловливаетъ свойства закаленной стали. Полагаютъ, что перлитъ сообщаетъ металлу упругость. Всѣ эти кристаллическія разновидности желѣза *свѣтлаго цвѣта* и могутъ быть видимы въ шлифѣ только послѣ обработки соотвѣтственнымъ *травленіемъ* или окраской. Въ приложеніи можно видѣть снимки главнѣйшихъ составныхъ частей желѣза и его сплавовъ.

При медленномъ охлажденіи затвердѣвшей стали происходитъ постепенное измѣненіе въ структурѣ, которое останавливается на послѣдней нижней стадіи, при чемъ всякая сталь оказывается состоящей изъ зеренъ феррита, окруженнаго перлитомъ, или при большемъ содержаніи C—изъ зеренъ перлита, сцементированныхъ ферритомъ. За предѣлами же содержанія 0,9% C—изъ зеренъ перлита, окруженнаго цементитомъ.

При *закалкѣ*, т. е. быстромъ охлажденіи стали въ водѣ, маслѣ или воздухѣ происходитъ фиксація структуры, которая остается такой, какой ее застала закалка. Поэтому для полученія закалки, очевидно, охлажденіе должно произойти въ области мартенсита, т. е. выше FSE (въ зависимости отъ состава) и тѣмъ выше, чѣмъ больше желаютъ получить аустенита, т. е. сильнѣе закалку.

При *отжигѣ*, напротивъ, частицы дѣлаются болѣе подвижными и часть мартенсита обращается въ перлитъ. Мягкое желѣзо считается незакаливающимся, но даже при незначительномъ содержаніи С, какъ показываютъ изслѣдованія шлифовъ, мартенситъ все-таки образуется, хотя островками, въ недостаточномъ количествѣ, почему и не оказываетъ замѣтнаго вліянія на свойства желѣза.

Во время *термичеекой обработки* помимо послѣдовательнаго перехода изъ одного состоянія въ другое металлъ получаетъ крупное или мелкозернистое строеніе. Вообще съ увеличеніемъ температуры нагрѣва и замедленіемъ охлажденія кристаллы получаютъ возможность увеличиваться вслѣдствіе большей подвижности частицъ. Ковка, прокатка и сотрясенія, напротивъ, препятствуютъ этому. Поэтому при нагрѣваніи желѣза и особенно стали безъ механической обработки стараются не переходить сильно границы FSE, за которой легко можетъ происходить образованіе крупныхъ кристалловъ, весьма вредныхъ для крѣпости металла. Но и при горячей обработкѣ наблюдаютъ, чтобы послѣдняя не оканчивалась въ области ASEF.

Отсюда ясно, что желѣзо, а въ особенности сталь очень легко ухудшить ненадлежащей термической обработкой, называемой *перегрѣвомъ* и исправляемой только отжигомъ. Очень же сильный перегрѣвъ или *пережогъ* сопровождается не только образованіемъ крупныхъ кристалловъ, но растрескиваніемъ съ окисленіемъ металла, почему исправленіе можетъ быть достигнуто лишь переплавкой.

Желѣзо.

Продажное желѣзо содержитъ обыкновенно до 0,2%, иногда же и до 0,4% С, представляя въ послѣднемъ случаѣ переходъ собственно къ стали [1]).

Желѣзо должно обладать способностью 1) *свариваться*, т. е. соединяться въ своихъ частяхъ въ накаленномъ состояніи, 2) *коваться*, измѣняя при таковомъ же безъ разрывовъ свою форму, 3) отличаться возможно большею *пластичностью* или *тягучестью*, (въ холодномъ состояніи). Послѣднее особенно важно при холодной обработкѣ его въ слесарномъ дѣлѣ и на случай прогиба и ударовъ въ сооруженіи.

Нормально желѣзо должно выдерживать на разрывъ 3500—4000 килогр. на кв. см. съ относительнымъ удлиненіемъ, служащимъ мѣрою пластичности, не менѣе 20%. (Запасъ крѣпости обыкновенно принимаютъ въ 1/4—1/6). Съ увеличеніемъ содержанія углерода и вообще примѣсей крѣпость возрастаетъ, но пластичность, а вмѣстѣ съ ней и мягкость уменьшаются [2]).

При *нагрѣваніи* крѣпость желѣза сначала даже нѣсколько возрастаетъ, но потомъ замѣтно падаетъ, такъ что при 500° С остается около 1/2 ея, при краснокалильномъ же жарѣ оно размягчается. Отсюда вытекаетъ, что въ пожарномъ отношеніи же-

[1]) Сверхъ того почти всегда имѣются небольшія количества Si, Mn, P и S.

[2]) Уменьшая діаметръ, проволоки до 0,1 мм. можно сопротивленіе ея поднять до 12.300 кил. на кв. см.

лѣзо *неогнестойко и должно быть прикрываемо въ сооруженіяхъ особыми не теплопроводными оболочками.*

Различаютъ *сварочное* желѣзо отъ *литого*. Первое заключаетъ всегда нѣкоторое количество шлаковъ, почему хорошо сваривается и при *волокнистомъ строеніи* обладаетъ большою пластичностью представляя изъ себя какъ бы проволочный канатъ. Литое желѣзо, напротивъ, плотнѣе, однороднѣе, часто даже крѣпче сварочнаго и можетъ быть приготовлено чище послѣдняго [1]).

Во всякомъ случаѣ литой металлъ составляетъ теперь главную массу потребляемаго желѣза и при извѣстномъ вниманіи (чтобы не пережечь его) достаточно хорошо сваривается.

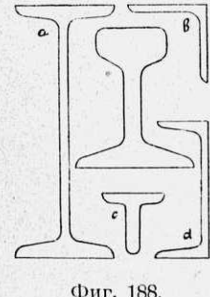
Практически разница въ этихъ двухъ сортахъ желѣза наблюдается въ *изломѣ*. Литое показываетъ мелкозернистое строеніе серебристаго цвѣта, сварочное же болѣе темное, даже сѣрое съ частью разодранныхъ волоконъ.

Къ *недостаткамъ* желѣза, помимо отсутствія огнестойкости, слѣдуетъ отнести также *легкое ржавленіе* (окисленіе въ водную окись), для предупрежденія котораго оно оцинковывается, или періодически окрашивается масляной краской.

Продажные сорта желѣза. А) ***Сортовое:*** *круглое, квадратное, полосовое, обручное.* Различается по толщинѣ въ частяхъ дюйма при самой разнообразной длинѣ до 50 фут. Болѣе тонкіе сорта связываются въ пучки.

Проволока бываетъ бѣлая и отоженная и опредѣляется по толщинѣ калибромѣромъ Стубса.

В) ***Листовое:*** *броневое*, самое толстое, *кубовое* (для резервуаровъ), *замочное, кровельное.* Кровельное — въ листахъ 2 × 1 арш. величиной и до 20 фунт. вѣсомъ. Для покрытія крышъ чаще употребляется 11 и 12 фунтовое. Чистое, съ совершенно ровной и гладкой поверхностью идетъ за 1-ый сортъ, остальное за 2-ой. Имѣется *черное* и *оцинкованное, луженое* (жесть), а также *волнистое.*



Фиг. 188.

С) ***Фасонное:*** *двутавровое* (**фиг. 188**-а), *угловое* (b), *тавровое* (с), *желобчатое* (d) и др., размѣры которыхъ установлены общимъ для всѣхъ заводовъ ассортиментомъ.

D) ***Трубы:*** *тянутыя* изъ свариваемаго „въ нахлестку" полосового желѣза, *цѣльнотянутыя патентованныя* и др. Также *соединительныя части:* кресты, тройники, отводы, муфты

[1]) Кромѣ того сварочное желѣзо обладаетъ до 15% меньшимъ сопротивленіемъ перпендикулярно волокнамъ, нежели вдоль ихъ.

и т. п. Приготовляются *черныя* и *оцинкованныя* трубы (для водопровода).

E) *Штучныя издѣлія:* 1) *гвозди*: кованные или брусковые (корабельные, плоскіе штукатурные) и проволочные, штампованные машиннымъ способомъ изъ проволоки; послѣдніе дѣлаются круглыми и квадратными (тесовые, кровельные, штукатурные, толевые, обойные).

2) *Цѣпи.*

3) *Закрѣпы* $1^1/_2$—6 верш. длиной (**фиг. 189**).

4) *Скобы* 5—24 верш. (**фиг. 190**).

5) *Крючья и костыли* для желобьевъ (6—10 верш.)

6) *Болты и заклепки* [1]).

Фиг. 189 и 190.

Испытаніе и пріемка желѣза. Для кузнечнаго и слесарнаго дѣла желѣзо обыкновенно испытывается пробной обработкой, ковкой и свариваемостью, при чемъ предварительнымъ показателемъ можетъ служить однородность и мелкозернистость излома, хотя бываютъ случаи, когда мелкозернистость излома не отвѣчаетъ мелкозернистости строенія. Пробной же обработкой можетъ быть открыта *красноломкость* и *хладноломкость*, что особенно легко сдѣлать зимой.

На болѣе отвѣтственныхъ работахъ требуется: 1) *механическое* испытаніе образцовъ; 2) *микроскопическое* изслѣдованіе шлифовъ (иногда съ химическимъ анализомъ); 3) проба на такія *деформаціи*, которымъ желѣзо будетъ подвергаться при обработкѣ и въ сооруженіи.

Для послѣдняго производятъ: a) *загибы* металла на извѣстный уголъ (въ зависимости отъ толщины), b) *пробивку дыръ* зубиломъ, обыкновенно въ разстояніи діаметра отверстія отъ края, при которомъ металлъ не долженъ давать разрывовъ, c) *удары бабой*, что служитъ также испытаніемъ на *хладноломкость рельсъ* (охлаждаемыхъ обыкновенно до—15° C).

Сталь.

Съ увеличеніемъ содержанія C сталь пріобрѣтаетъ большую твердость и крѣпость (до 11.000 кил. на кв. см. при 0,8% C),

[1]) Калибромѣръ Стубса имѣетъ размѣры № 1—$^5/_{16}$ дм., 4—$^1/_4$, 5—$^7/_{32}$, 7—$^3/_{16}$, 9—$^5/_{32}$, 11—$^1/_8$, 13—$^3/_{32}$, 16—$^1/_{16}$, остальные дробные.

Сортовое желѣзо различается по ширинѣ на $^1/_8$ дм. и толщинѣ на $^1/_{16}$ дм.

Котельное 2 × 1 арш. до 1 дм. и 3 × $1^1/_2$ арш. до $^1/_2$ дм. толщиной (по калибромѣру Стубса), самое тонкое № 20—1 мм. толщ. и 20 фн. вѣсомъ. Кровельное въ 12 фунт. имѣетъ около $^1/_{36}$ — $^1/_{40}$ дм. толщины; упаковывается пачками. Жесть листами 14×20 дм. и двухъ размѣровъ по толщинѣ

Трубы тянутся около 19 фут. длиной и $^1/_2$, $^3/_4$, 1, $1^1/_4$, $1^1/_2$, 2, $2^1/_2$ и т. д. дм. внутреннимъ діаметромъ.

Гвозди проволочные до 2 дм. различаются на $^1/_4$ дм. по длинѣ и выше на $^1/_2$ дм.

которая еще болѣе возрастаетъ послѣ „закалки“. Вмѣстѣ съ тѣмъ падаетъ способность ея свариваться и пластичность (до 1% относительнаго удлиненія), отчего матеріалъ дѣлается слишкомъ хрупкимъ [1]).

Кромѣ указанныхъ свойствъ, сталь обладаетъ еще значительной *упругостью*, заключающейся въ томъ, что она не получаетъ долго остающихся удлиненій, и предметъ возвращается къ первоначальной своей формѣ, что позволяетъ примѣнять ее для устройства пружинъ, рессоръ и т. п. [2]).

Нѣкоторыя примѣси также увеличиваютъ крѣпость и твердость стали. Извѣстна *никкелевая*, *хромистая*, *вольфрамовая* и *марганцовистая сталь* [3]).

Чугунъ.

Чугунъ не ковокъ и не сваривается, подобно желѣзу, но плавится при сравнительно невысокой температурѣ, почему и находитъ большое примѣненіе въ строительномъ дѣлѣ въ формѣ различныхъ *отливокъ*.

Для этихъ цѣлей идетъ главнымъ образомъ *сѣрый чугунъ*, который *жидкоплавокъ*, слѣдовательно хорошо можетъ заполнять

[1]) Наибольшее сопротивленіе разрыву колеблется по различнымъ даннымъ отъ 0,8 до 1,1% C. наибольшая твердость достигается при 1,2% и наибольшее вліяніе закалки при 0,8%. Свариваемость возможна еще при 1% C (также при Si до 0,2%, P до 0,4%, Mn до 1%, Ni до 1%, W до 8%); ковкость до 2,3% C.

Согласно классификаціи завода Крезо,

Оч. мяг. стал.	съ	0 05—0,2%C	выдер.	40—50 кл. кв. мм.	при	27—20%	удл.	свар., поч. не зак.
Мяг.	»	0,2 —0,35	»	50—60	»	30—15	»	св. тр., зак. слаб.
Твер.	»	0,35—0,5	»	60—70	»	15—10	»	не сварив., закал.
Оч. твер.	»	0,5 —0,65	»	70—80	»	10— 5	»	не св., зак. сил.

Сталь съ 0,2—0,7%C идетъ на проволочные канаты; 0,3—0,5 на оси и велосипеды; 0,5—0,6 на пилы; 0,5—0,75 на пружины; 0,6—0,9 на столярные инструменты; 1—1,2 на сверла; 1,2—1,4 на рѣзаки.

Закалка производится въ воздухѣ, расплавленномъ металлѣ (Pb), маслѣ, водѣ и ртути, смотря по желаемой скорости охлажденія и требуемой степени твердости. Въ кузнечномъ дѣлѣ обыкновенно производятъ полную закалку въ водѣ а затѣмъ «отпускаютъ», подогрѣвая сталь до опредѣленной температуры, характеризующейся такъ называемыми побѣжалыми цвѣтами отъ блѣдножелтаго при 220°C (бритвы), бурожелтаго при 232° (ножи), пурпурнаго при 265° (топоры). свѣтлоголубого при 288 (клинки, пружины) и синяго при 290—315 (бурава и пилы). Отпускъ имѣетъ значеніе не только для полученія извѣстной твердости, но также и для уничтоженія тѣхъ мѣстныхъ натяженій, которыя получаются при быстромъ охлажденіи и которыя ухудшаютъ металлъ.

[2]) При растяженіи предѣлъ упругости, напримѣръ. незакаленной стали съ сопротивленіемъ въ 10000 кил., въ 4 раза больше, чѣмъ для желѣза, составляя для послѣдняго около 30% отъ сопротивленія разрыву и для стали около 60%.

[3]) Нѣкоторые сорта стали пріобрѣтаютъ при этомъ кромѣ твердости и крѣпости, увеличеніе пластичности и вязкости, что особенно важно въ боевомъ отношеніи. Такъ, сталь съ 25% Ni и 0,8%C послѣ закалки даетъ 8.000 кил. и 60% удлиненія, сталь Гэдфильда съ 14% Mn—10.000 кил. и 50% удл.; хромистая сталь (до 2% Cr) отличается очень большой твердостью допуская закалку. Вольфрамовая сталь (до 8% W) обладаетъ большой твердостью и хрупкостью и не закаливается, почему идетъ на рѣзцы, которые вслѣдствіе этого въ работѣ не боятся нагрѣванія и отпуска.

форму, и достаточно *мягокъ*. Онъ допускаетъ обточку и обработку напилкомъ. Полученіе сѣраго чугуна обусловлено при отсутствіи примѣсей медленностью остыванія, которая позволяетъ растворенному въ желѣзѣ углероду выдѣлиться въ формѣ графита, а не цементита, присущаго бѣлому чугуну. Изъ примѣсей выдѣленію графита способствуетъ *кремній* и препятствуетъ *марганецъ*, содержаніе котораго въ этомъ случаѣ не должно превышать 0,8%.

При быстромъ остываніи или большомъ содержаніи *марганца* и небольшихъ количествахъ *кремнія*, котораго не должно быть болѣе 0,5%, получается *бѣлый чугунъ*. Онъ *густоплавокъ*, *твердъ и хрупокъ*, почему для отливокъ не годится и идетъ на выдѣлку желѣза и стали, а также на переработку въ ковкій чугунъ.

Имѣется еще промежуточный *половинчатый чугунъ*, который иногда прибавляется для болѣе крѣпкихъ отливокъ, и чугунъ съ большимъ содержаніемъ марганца (лучистый, зеркальный и ферромангaнъ), а также кремнія (ферросилиций), которые идутъ преимущественно какъ добавки.

Ковкій чугунъ получается продолжительнымъ прокаливаніемъ бѣлаго и отличается ковкостью и мягкостью, приближаясь по свойствамъ къ мягкой стали. Изъ него приготовляются нѣкоторыя части станковъ и машинъ, а также водопроводныя соединительныя части [1]).

Чугунъ хорошо сопротивляется сжатію, выдерживая до 7500 кил. на кв. см., на растяженіе же онъ работаетъ значительно хуже (около 1200 кил.) и кромѣ того не обладаетъ вовсе упругостью. Поэтому идетъ преимущественно на сжатыя части: колонны, подкладки, станки, большого діаметра трубы и многія подѣлки самой сложной формы

При пріемѣ обращаютъ вниманіе на 1) *отсутствіе раковинъ*, 2) *ровную*, *не очень большую толщину стѣнокъ и частей*, 3) *мягкость чугуна*, которая обнаруживается тѣмъ, что при ударѣ молоткомъ по прямоугольному ребру происходитъ *смятіе*, но не откалываніе.

---

[1]) Въ сѣромъ и бѣломъ чугунѣ около 3,5% количества углерода; въ лучистомъ чугунѣ 3—6% Mn., въ зеркальномъ 6—20% Mn и уже до 5% C, въ ферромангaнѣ 20—80% Mn и 5—7,5% C. Сѣрый чугунъ плавится при 1100—1310° C и бѣлый при 1050—1200°. Для полученія ковкаго чугуна берутъ бѣлый чугунъ, такъ какъ изъ него легче выжечь C. помѣщаютъ его вмѣстѣ съ Fe_2O_3 въ закрытыхъ ящикахъ и накаливаютъ при краснокалильномъ жарѣ около 7 дней. Чугунъ постепенно обезуглероживается и обращается въ сталь, но при большой толщинѣ издѣлія процессъ можетъ закончиться только снаружи. Потомъ очищаютъ поверхности отъ пузырей. Этотъ способъ очень дорогой и беретъ въ 4—5 разъ больше топлива противъ вѣса чугуна. Поэтому въ настоящее время ковкій чугунъ замѣняется *стальными отливками*, которыя для устраненія образующейся при остываніи крупнозернистости, до красна отжигаются и медленно охлаждаются въ маслѣ, что даетъ такіе же результаты, какъ и проковка. Получается металлъ съ сопротивленіемъ въ 3800—4000 кил. и удлиненіемъ въ 13—24%.

Мѣдь.

Мѣдь въ чистомъ видѣ отличается большею мягкостью и вязкостью, почему куется и обрабатывается въ холодномъ видѣ. Различаютъ *красную*, чистую мѣдь отъ *сукрасной*, съ небольшимъ количествомъ олова или цинка, и *латуни* или *желтой* мѣди съ большой примѣсью цинка. Помимо удобства въ обработкѣ и плавленія при относительной низкой температурѣ мѣдь достаточно хорошо сопротивляется ржавленію, а при легко производимомъ [illegible] и оловомъ можетъ служить еще болѣе продолжительное время.

Поэтому она находитъ большое примѣненіе на практикѣ въ видѣ *листовой мѣди*, идущей на ванны, котлы, трубы, кровли (при золоченіи), проволоку и т. п. и въ видѣ *отливокъ* преимущественно изъ желтой мѣди. Литая мѣдь часто бываетъ съ примѣсью большихъ количествъ цинка и даже свинца и тогда отличается крупнозернистостью и хрупкостью [1]).

Свинецъ.

Свинецъ весьма мягокъ, такъ что рѣжется ножемъ, и настолько тягучъ, что въ холодномъ состояніи вытягивается въ трубы. На воздухѣ онъ окисляется съ поверхности, въ глубину же окисленіе не распространяется. Въ водѣ при доступѣ воздуха свинецъ нѣсколько растворяется, и поэтому свинцовыя водопроводныя трубы должны быть всегда наполнены водой. Ѣдкая известь дѣйствуетъ на свинецъ разрушительно [2]).

На постройкахъ свинецъ употребляется въ видѣ листовъ для кровель, половъ, балконовъ и деревянныхъ баковъ, а также въ видѣ трубъ, припоя и заливки желѣзныхъ частей въ камнѣ. Въ закрытыхъ мѣстахъ онъ часто разгрызается крысами.

---

[1]) Желтая мѣдь содержитъ 30—40% цинка, часто съ примѣсью свинца для безпузырчатости отливки и облегченія обработки (стружка при точеніи не закручивается), чѣмъ не слѣдуетъ злоупотреблять. Въ бѣлой латуни до 80% цинка. При содержаніи цинка около 15% получается почти красный матеріалъ, называемый томпакомъ. Съ увеличеніемъ цинка повышается твердость и понижается тягучесть. Сопротивленіе красной листовой мѣди около 2000 кил. и желтой 1500. Красная мѣдь плавится при 1050° C.

Бронза содержитъ около 17% олова для увеличенія твердости; иногда прибавляется около 2% цинка для чистоты отливки. Статуйная бронза имѣетъ 6,7% St, 3,3% Pb и 3,3% Zn. Фосфористая бронза съ примѣсью до 1% фосфора тягуча и ковка.

[2]) На растяженіе свинецъ выдерживаетъ всего 125 кил. и въ сильной степени обладаетъ текучестью, которая часто происходитъ при относительно слабыхъ нагрузкахъ. Передѣлочный свинецъ гораздо слабѣе новаго. Свинецъ даетъ много легкоплавкихъ сплавовъ, которые служатъ припоемъ для свинцовыхъ же частей.

Изъ	1	части свинца и	1½	части	олова	онъ	плавится	при	135C°
„	„	„	2	„	„	„	„	„	137
„	„	„	3	„	„	„	„	„	144
„	„	„	4	„	„	„	„	„	149
„	„	„	⅓	„	„	„	„	„	189

Цинкъ.

Цинкъ въ листахъ мягокъ и легко штампуется, почему употребляется на различныя украшенія. Въ отливкахъ, хотя и отлично заполняетъ форму, но довольно хрупокъ и въ толстыхъ частяхъ весьма непроченъ. На воздухѣ онъ медленно окисляется, но образующаяся пленка защищаетъ металлъ отъ дальнѣйшаго разрушенія.

На практикѣ цинкъ чаще идетъ въ видѣ оцинкованнаго кровельнаго желѣза и водопроводныхъ оцинкованныхъ желѣзныхъ трубъ. *Оцинковка* обыкновенно производится погруженіемъ предварительно очищеннаго желѣза въ сосудъ съ расплавленнымъ цинкомъ. Она лучше сохраняется, если цинкъ былъ употребленъ совершенно чистый, безъ примѣсей [1]).

Олово.

Оно почти не окисляется въ воздухѣ и весьма легкоплавко, почему употребляется для *луженія*, т. е. покрытія другихъ металловъ, и *припоя* въ сплавѣ со свинцомъ [2]).

Обработка металловъ.

Для полученія металлическихъ издѣлій надлежащей формы и вида сначала придаютъ имъ тѣмъ или другимъ способомъ извѣстное грубое очертаніе по возможности съ наименьшей потерей металла и затѣмъ производятъ болѣе чистую отдѣлку.

Чугунъ, мѣдь, цинкъ, а иногда и сталь отливаютъ въ спеціальныхъ формахъ, а желѣзо разрѣзаютъ въ холодномъ состояніи или при болѣе сложной формѣ куютъ и свариваютъ въ накаленномъ видѣ, каковая обработка называется *кузнечными работами*. Дальнѣйшая отдѣлка обыкновенно производится безъ нагрѣванія при помощи инструментовъ изъ болѣе твердаго матеріала, что относится уже къ *слесарнымъ работамъ*. Нѣкоторую

---

1) Прочность оцинкованнаго кровельнаго желѣза имѣетъ большое значеніе въ строительномъ дѣлѣ. Простѣйшимъ, но достаточно вѣрнымъ способомъ испытанія, въ особенности сравнительнаго, можетъ служить продолжительное храненіе кусковъ такого желѣза въ обыкновенной водѣ съ періодическимъ взвѣшиваніемъ его. Недостаточно хорошая оцинковка легко отслаивается также при изгибахъ.

2) Имѣется также типографскій металлъ изъ сурьмы, свинца и алюминія, британскій металлъ изъ мѣди, олова и сурьмы, новое серебро и альфенидъ изъ мѣди, цинка и никкеля, бабитъ изъ олова, сурьмы, свинца или мѣди, дельта изъ красной мѣди, цинка и желѣза, употребляющійся на корабляхъ, и др.

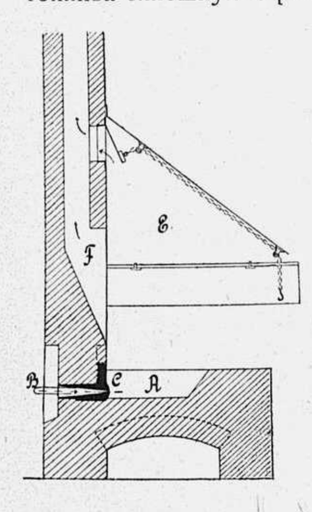
особенность представляютъ *мостовыя* и другія *механическія работы, кровельныя и мѣднокотельныя.*

Кузнечныя работы.

Для полученія желѣза и стали въ размягченномъ, болѣе пластичномъ состояніи они накаливаются до надлежащей температуры въ особыхъ *горнахъ* съ усиленнымъ вдуваніемъ воздуха. Въ обыкновенныхъ печахъ также можно получить довольно высокую температуру, иногда даже до 1100° С, но для кузнечнаго дѣла требуется имѣть 1200°.

Вдуваніе въ горящее топливо воздуха необходимо для усиленія образованія тепла, и такъ какъ при этомъ потеря его въ окружающую среду возрастаетъ въ гораздо меньшей степени, то результатомъ и является повышеніе температуры.

Топливомъ служитъ *каменный уголь*, *коксъ* и *древесный уголь*. Нормально примѣняется промытый каменный уголь въ небольшихъ кусочкахъ („орѣшникъ") и коксъ, при чемъ коксъ, какъ содержащій меньшее количество сѣры, является болѣе желательнымъ, но требуетъ болѣе толстаго слоя и дутья снизу. Изъ каменныхъ углей предпочитаютъ спекающійся, образующій съ поверхности топлива сплошную корочку, которая защищаетъ его отъ охлажденія. Древесный уголь (чаще березовый, какъ болѣе плотный) почти не содержитъ сѣры, но будучи гораздо рыхлѣе каменнаго угля, довольно легко разлетается, обходится дороже и не даетъ такого жара, вслѣдствіе чего идетъ преимущественно для нетолстыхъ и легкихъ поковокъ, а также для закалки и отпуска стали, недопускающихъ сильнаго перегрѣва [1]).



Фиг. 191.

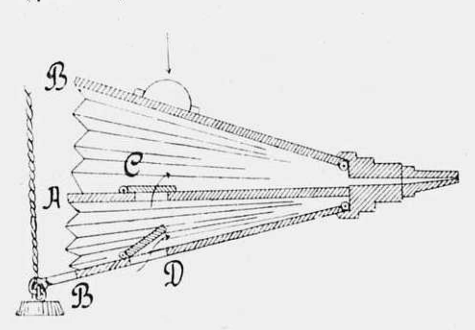
Горны по своему устройству бываютъ *постоянные* и *переносные*. Постоянный горнъ представляетъ (**фиг. 191**) углубленіе (3—4 дм.) въ кирпичной кладкѣ А, выложенное огнеупорнымъ кирпичемъ, сбоку котораго посредствомъ „сопла" В сквозь „фурмочную плиту" С происходитъ вдуваніе воздуха. Горнъ снаб-

---

1) Вѣсъ куб. саж. каменнаго угля около 500 пуд., а древеснаго 100—150.

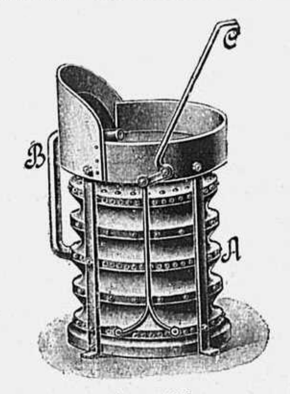
жается клапаномъ E и вытяжкой F для отвода продуктовъ горѣнія.

Дутье производится *мѣхами* или *вентиляторами*, приводимыми въ движеніе въ ручную или какимъ-нибудь механическимъ способомъ. *Мѣхи* обыкновенно устраиваются *двойного* дѣйствія для достиженія болѣе равномѣрной струи воздуха. Они состоятъ (**фиг. 192**) изъ неподвижной доски A и двухъ подвижныхъ B, связанныхъ между собой кожаной складывающейся гармоникой и снабженныхъ двумя клапанами C и D. При опусканіи подъ вліяніемъ груза нижней доски воздухъ входитъ черезъ клапанъ D въ нижнюю часть мѣховъ, въ то время какъ верхняя доска закрываетъ клапанъ C и выдуваетъ воздухъ въ горно. При подыманіи рычагомъ нижней доски воздухъ изъ нижняго отдѣленія переходитъ въ верхнее.

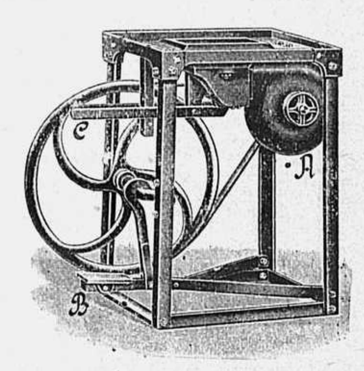


Фиг. 192.

Переносные горны гораздо меньше по величинѣ и назначаются для сравнительно некрупныхъ поковокъ такъ до $1^1/_2$ дм. толщиной. Они бываютъ *круглые* съ кожанымъ мѣхомъ (фиг. 193), аналогичнымъ предыдущему, со средней неподвижной доской A, сопломъ B и рукояткой для приведенія въ движеніе C, и *прямоугольные*—съ вентиляторомъ (фиг. 194). Послѣдніе состоятъ изъ



Фиг. 193.

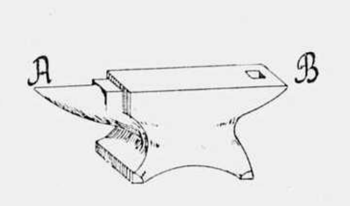


Фиг. 194.

вентилятора A съ маховикомъ, приводимаго въ движеніе педалью, B, и ручки C для регулировки величины фурменнаго отверстія, которое находится снизу. Этотъ горнъ помимо отсутствія кожанаго легко портящагося мѣха представляетъ еще то удобство, что легко можетъ быть сдѣланъ разборчатымъ.

Для усиленія дѣйствія переносныхъ горновъ ихъ слѣдуетъ помѣщать въ закрытыхъ мѣстахъ, защищенныхъ отъ вѣтра и непогоды.

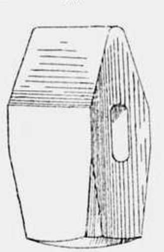
Инструменты. Кузнечная обработка желѣза производится на особой *наковальни*, чаще англійскаго типа (**фиг. 195**), отъ 3 до



Фиг. 195.

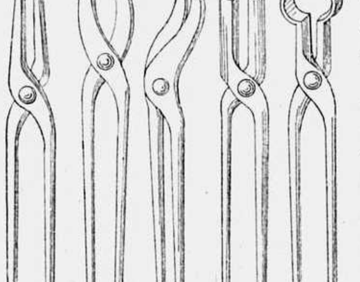


Фиг. 196.



Фиг. 197.

до 14 пуд. вѣсомъ. Она дѣлается изъ желѣза или чугуна съ насталенной, слегка выпуклой верхней поверхностью („боя“, „наличника“) и коническимъ „рогомъ“ A для обработки изогнутыхъ предметовъ. Въ противоположномъ концѣ боя находится квадратное отверстіе B для помѣщенія различныхъ вспомогательныхъ приспособленій. Наковальня укрѣпляется на деревянномъ обрубкѣ, зарытомъ въ землю. Кромѣ наковальни имѣется чугунная *правильная доска* для выравниванія желѣза.



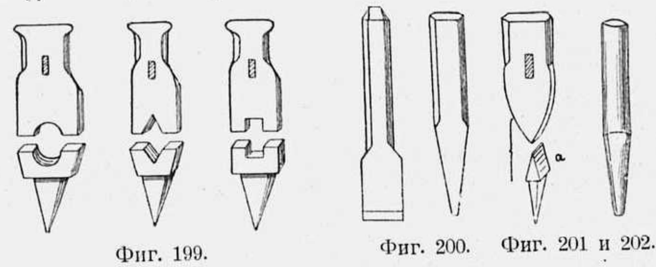
Фиг. 198.

Инструментами служатъ

1) *Молота*: ручные (**фиг. 196**) до 4 фун. вѣсомъ и боевые (**фиг. 197**) въ 16-20 фн. съ рукояткой 20-24 дм. Боевой молотъ приводится въ дѣйствіе обѣими руками „наотмашь“, чтобы не задерживать удара.

2) *Клещи* различнаго вида (**фиг. 198**), сообразно формѣ самого издѣлія.

3) *Обжимки* (фиг. 199) для приданія желѣзу требуемаго сѣченія, *зубила* (**фиг. 200**), иногда совмѣстно съ *рѣзакомъ* α (**фиг. 201**), *бородки* (**фиг. 202**) для пробиванія круглыхъ или прямоугольныхъ



Фиг. 199. Фиг. 200. Фиг. 201 и 202.

дыръ. Сюда же могутъ быть отнесены формы съ различными отверстіями, *гладилки* для выглаживанія плоскихъ частей, *надавки* для полученія полукруглыхъ впадинъ и т. п.

Производство работъ.

Степень нагрѣва металла сообразуется съ содержаніемъ углерода въ немъ. Желѣзо можетъ доводиться до бѣлаго каленія, но съ обязательной проковкой его до перехода въ темнокрасный цвѣтъ, такъ какъ въ противномъ случаѣ оно способно принимать крупно-кристаллическое строеніе. Въ особенности *надо быть осторожнымъ съ литымъ желѣзомъ*, которое не слѣдуетъ слишкомъ долго накаливать, чтобы не „*перегрѣть*“ его, т. е., не сдѣлать крупнозернистымъ, и *сталью*, которую вообще можно доводить только до вишнево-краснаго каленія. *Не слѣдуетъ также наносить ударовъ по желѣзу при остываніи его до синяго нагрѣва* (250—400° С), во время котораго оно дѣлается весьма хрупкимъ и способнымъ давать трещины. При очень сильномъ и продолжительномъ нагрѣваніи желѣза легко происходитъ *пережогъ*, который уже не можетъ быть исправленъ обработкой, тогда какъ *перегрѣвъ* исправляется *отжигомъ*.

Ковка. Очистивъ посредствомъ кочережки и лопатки горнъ, разводятъ въ немъ огонь, насыпаютъ топливо, смочивъ если это каменный уголь водой, и начинаютъ дутье. Затѣмъ закладываютъ туда поковку такимъ образомъ, чтобы она лежала на днѣ горна. Когда желѣзо прогрѣется до требуемой температуры, оно быстро вынимается и переносится на наковальню, гдѣ и проковывается ударами молота. Ковка болѣе или менѣе крупныхъ предметовъ производится двумя „молотобойцами“ поочередно, въ то

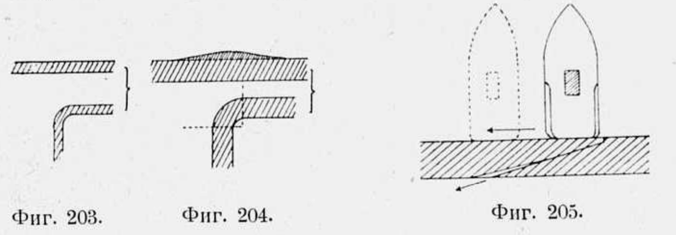
время какъ мастеръ держитъ поковку и управляетъ работой. Правильная ковка вообще улучшаетъ свойства желѣза, дѣлая его болѣе плотнымъ, однороднымъ и мелкозернистымъ [1]).

Ковка сопровождается также *вытягиваніемъ*, *высаживаніемъ* и *выгибаніемъ* желѣза.

Вытягиваніе состоитъ въ нанесеніи ударовъ по накаленному металлу, который увеличивается въ длину и ширину. Когда требуется удлиненіе въ одномъ направленіи, то удары наносятся не плоскою, а съуженною частью молота (задкомъ).

Высаживаніе представляетъ операцію, обратную предыдущей и производится ударами въ направленіи укорачиванія предмета.

Выгибаніе тонкихъ частей исполняется обыкновенной ковкой (**фиг. 203**), толстыхъ же съ крутымъ загибомъ—послѣ предвари-



Фиг. 203. Фиг. 204. Фиг. 205.

тельной наварки металла съ наружной стороны (**фиг. 204**) для полученія въ окончательномъ видѣ однообразной толщины.

Свариваніе производится для чистаго желѣза при бѣлокалильномъ жарѣ, когда металлъ начинаетъ уже переходить въ тѣстообразное состояніе [2]).

Основное условіе этой операціи заключается 1) въ *быстротѣ*, 2) поддержаніи свариваемыхъ поверхностей въ *совершенно чистомъ видѣ*, 3) *нанесеніи надлежащимъ образомъ ударовъ*. Образовавшаяся во время накаливанія „окалина“ снимается ударами молота, дальнѣйшее же предохраненіе желѣза отъ окисленія достигается посыпаніемъ его *сварочными порошками*, которые съ окислами желѣза даютъ легкоплавкіе силикаты, прилипающіе къ свариваемой поверхности и тѣмъ самымъ защищающіе ее отъ окисленія. Для желѣза идетъ песокъ или глина, для стали—бура, сода. Сварочное желѣзо, какъ содержащее шлаки, сваривается легче литого.

Свариваніе ведутъ отъ одного конца къ другому (**фиг. 205**)

---

[1]) Угаръ желѣза при ковкѣ достигаетъ въ общемъ 2—6%.

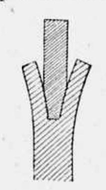
[2]) Чистое желѣзо сваривается около 1200° С, мягкая сталь около 1000° и съ 0,4% С около 800°.

для облегченія выдавливанія шлаковъ, при чемъ производятъ легкіе, но частые удары.

Теоретически свариваемыя части должны образовать одно цѣлое, но вслѣдствіе остающагося всегда нѣкотораго количества шлаковъ приходится разсчитывать не болѣе какъ на 80% отъ полнаго сопротивленія. Во всякомъ случаѣ, *шовъ долженъ быть совершенно незамѣтнымъ* [1]).

Для увеличенія сцѣпленія свариваемыхъ частей возможно болѣе увеличиваютъ поверхности сварки, накладывая ихъ преимущественно „въ нахлестку" (**фиг. 205**).

Свариваніе стали требуетъ большихъ предосторожностей, такъ какъ ненадлежащей термической обработкой можно совершенно испортить ее. Рекомендуется выбрать какую-нибудь опредѣленную марку и приспособиться къ ней. Съ такими же предосторожностями производятъ наваривание сталью инструментовъ, желѣзная часть которыхъ обыкновенно подготовляется въ видѣ развилины (**фиг. 206**) и кладется въ горнъ раньше стальной части.


Фиг. 206.

Закалка стали производится быстрымъ охлажденіемъ ея чаще всего въ водѣ послѣ нагрѣва до вишнево-краснаго цвѣта, степень котораго зависитъ отъ содержанія углерода. Такъ какъ сила закалки требуется различная, то для облегченія достиженія ея сначала закаливаютъ сталь до полной величины, а затѣмъ *отпускаютъ*, нагрѣвая до соотвѣтствующихъ побѣжалыхъ цвѣтовъ, послѣ чего снова быстро охлаждаютъ.

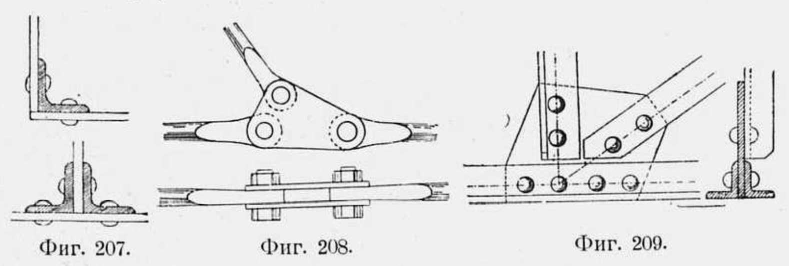
Механическая обработка металла состоитъ въ проковкѣ паровыми молотами и прессами и прокаткѣ въ раскаленномъ состояніи между вальцами съ сѣченіемъ, все болѣе и болѣе приближающимся къ профили издѣлія, а также въ сниманіи частей различными рѣзаками, приводимыми въ движеніе механическимъ способомъ [2]).

Мостовыя работы заключаются преимущественно въ вырѣзываніи частей надлежащаго очертанія и соединеніи ихъ заклепками. Заклепки представляютъ короткіе стержни съ головками на одномъ концѣ, которые загоняются въ накаленномъ состояніи въ просверленныя заранѣе въ листахъ дыры и расклепываются для образованія головки и съ другой стороны.

[1]) Считаютъ въ среднемъ, что сварочное мягкое желѣзо даетъ 80% отъ полнаго сопротивленія на разрывъ, сталь съ 0,2% С—70% и литое мягкое желѣзо—до 60%, при чемъ во всѣхъ случаяхъ понижается также и пластичность.

[2]) Для расплющиванія металла въ ширину и длину употребляются вальцы большого діаметра, въ противномъ случаѣ производится главнымъ образомъ вытягиваніе. Для прокатки рельсъ необходимо до 16—24 калибровъ вальцовъ.

Главнѣйшія соединенія. Желѣзныя части подъ прямымъ угломъ чаще соединяются уголками на заклепкахъ (**фиг. 207**). Узлы, т. е. сопряженія нѣсколькихъ частей образуются накладками на болтахъ съ проушинами (**фиг. 208**) или на заклепкахъ (**фиг. 209**).


Фиг. 207. Фиг. 208. Фиг. 209.

Послѣдняго вида соединеніе жестче и дешевле, почему главнымъ образомъ и употребляется.

Пайка металлическихъ предметовъ относится собственно къ слесарнымъ работамъ и производится при посредствѣ особыхъ *припоевъ*, представляющихъ болѣе легкоплавкія, чѣмъ самъ металлъ, соединенія, при чемъ поверхности очищаются отъ продуктовъ окисленія различными химическими веществами.

Желѣзо и красную мѣдь паяютъ желтой мѣдью съ бурой, а также оловомъ съ хлористымъ цинкомъ, желтую мѣдь—желтою же съ двойнымъ содержаніемъ цинка, свинецъ—болѣе легкоплавкимъ его соединеніемъ съ оловомъ и т. д. [1]).

Слесарныя работы.

Эти работы обыкновенно производятся съ металломъ въ холодномъ состояніи и заключаются въ вырѣзываніи изъ него надлежащаго вида частей съ отдѣлкой „на чисто" поверхностей. Стараются подобрать надлежащій сортъ желѣза, чтобы не производить безполезной работы по удаленію лишняго металла.

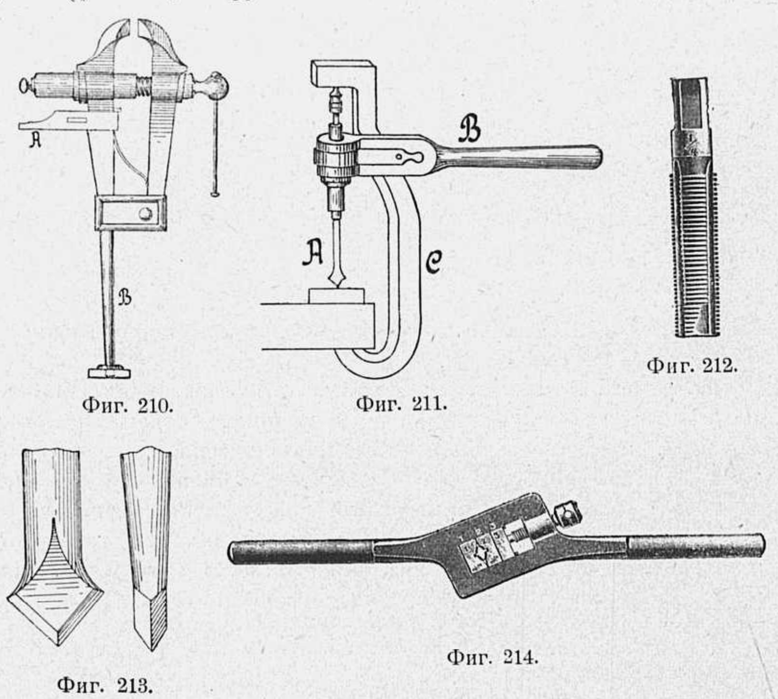
Работа ведется на особыхъ столахъ „верстакахъ" при посредствѣ *тисковъ* (**фиг. 210**), прикрѣпляемыхъ къ столу проушиной А и упирающихся ногой В на полъ.

Отдѣленіе желѣзныхъ частей производится различными *зубилами, пилами* и *ножницами*.

Дыры неправильнаго очертанія пробиваются съ двухъ сторонъ

[1]) Для паянія оловомъ употребляютъ паяльники изъ красной мѣди, задки которыхъ очищаются отъ гари нашатыремъ и канифолью. При пайкѣ свинцовыхъ трубъ пользуются легкоплавкимъ припоемъ, который послѣ разогрѣванія паяльной лампой оправляютъ при помощи войлока съ саломъ.

пробойниками или *бородками*, а правильнаго—высверливаются. Для вращенія *сверлъ* служатъ станки, а при работѣ на мѣстѣ — *трещетки* (фиг. 211) съ ручкой B, скобой C и сверломъ A (фиг. 213).



Фиг. 210. Фиг. 211. Фиг. 212.

Фиг. 213. Фиг. 214.

Отверстія навинтовываются посредствомъ коническихъ и цилиндрическихъ *метчиковъ* (фиг. 212); стержни нарѣзаются винтовальными досками и *клуппами* со вставными плашками (фиг. 214). Наконецъ небольшіе слои металла снимаются *напилками* съ различной насѣчкой [1]).

Кровельныя работы.

Кровельныя работы заключаются въ соединеніи отдѣльныхъ желѣзныхъ листовъ при устройствѣ кровель и приготовленіи изъ нихъ различныхъ трубъ, каналовъ, желобьевъ и ящиковъ.

Инструментами служатъ:

[1]) Желѣзныя трубы соединяются на муфтахъ и другихъ соединительныхъ частяхъ съ навинтованными поверхностями; для плотности на витки накладываются льняныя пряди на сурикѣ.

1) *Скоба*, брусокъ полосового или квадратнаго желѣза около $2^1/_2$ арш. длиной и до $1^1/_2$ дм. толщиной. На немъ производится загибаніе листовъ.

2) *Ножницы*.

3) *Кіанка*, плоскій деревянный молотокъ прямоугольнаго сѣченія для загибанія желѣза.

4) *Косякъ*, желѣзный молотокъ съ плоскимъ концомъ, направленнымъ вдоль ручки, также для загибанія листовъ и заклепочной работы.

Фиг. 215. Фиг. 216.

5) *Отвертка* съ плоскимъ крючкомъ на концѣ для раскрыванія фальцевъ на кровлѣ, съ нѣсколькими отверстіями для приготовленія заклепокъ изъ свернутаго желѣза.

6) *Обжимка*, желѣзный стержень съ углубленіями для заклепочныхъ головокъ.

7) *Бородокъ* для пробиванія дыръ.

8) *Зубило* до 2 дм. шириной.

Листы соединяются между собой: 1) *Въ накладку* или закрой, что даетъ весьма неплотный стыкъ, возможный только при составленіи изъ нѣсколькихъ рукавовъ трубъ. 2) *Фальцемъ*, лежачимъ или стоячимъ, смотря по назначенію. Фальцы бываютъ *простые* или незамкнутые (**фиг. 215**) и *двойные* или замкнутые (**фиг. 216**). Послѣдніе даютъ самый плотный и крѣпкій стыкъ. 3) *На заклепкахъ*, что примѣняется обыкновенно при соединеніи на серединѣ листа [1]).

---

[1]) При заказахъ слѣдуетъ оговаривать, если требуются двойные фальцы, такъ какъ они употребляются почти исключительно въ разжелобкахъ, обыкновенно же примѣняются простые.

V.

Малярные матеріалы и работы.

Окраска поверхностей внутри помѣщеній имѣетъ цѣлью достиженіе, главнымъ образомъ, извѣстнаго внѣшняго вида, въ наружныхъ же частяхъ и при расположеніи въ сырыхъ мѣстахъ сохраненіе матеріала также и отъ разрушенія, что особенно важно для дерева и желѣза.

Для соединенія частицъ краски между собой и удержанія ихъ на поверхности покрываемаго предмета служатъ различныя жидкости, какъ то: масла, лаки, клеевой растворъ, вода и др.

Главнѣйшія краски.

Отъ вещества красокъ требуются слѣдующія свойства: 1) *Кроющая способность* или кройкость, позволяющая закрывать натуральный цвѣтъ окрашиваемой поверхности наименьшимъ количествомъ краски. 2) *Прочность* для того, чтобы возможно рѣже производить возобновленіе окраски. 3) *Экономичность*, выражающаяся какъ стоимостью окраски, такъ и продолжительностью службы ея[1]. 4) *Интенсивность* или яркость, что имѣетъ значеніе при составленіи „разбѣлокъ" и смѣшанныхъ красокъ. 4) *Безвредность* для здоровья, если окраска производится въ жиломъ помѣщеніи.

Для строительнаго дѣла идутъ преимущественно *минеральныя* краски, какъ болѣе дешевыя и прочныя. Лучшія изъ нихъ тѣ, которыя отличаются аморфнымъ строеніемъ и мелкимъ зерномъ. Наиболѣе употребительны слѣдующія краски.

Бѣлыя: 1) *Свинцовыя бѣлила* ($2PbCO_3 . Pb(OH)_2$) по способу приготовленія бываютъ различныхъ сортовъ. Хорошо кроютъ, прочны и даютъ весьма плотный слой, но желтѣютъ въ темнотѣ и отъ присутствія въ воздухѣ сѣрнистаго газа. 2) *Цинковыя бѣлила* (ZnO) отличаются большимъ постоянствомъ и хорошо смѣшиваются со всѣми красками. Идутъ чаще для верхняго слоя по свинцовымъ. 3) *Литопонъ* представляетъ смѣсь сѣрнистаго цинка съ сѣрнокислымъ баритомъ. Обладаетъ хорошею кройкостью и

[1]) Мѣдянка выдерживаетъ 8—10 лѣтъ, цинковыя краски до 5, желѣзныя 4—5, свинцовыя 2—3, известковыя до 1 года.

не боится сѣрнистаго водорода, но не можетъ смѣшиваться съ свинцовыми бѣлилами. Употребляется больше за границей. 4) *Мѣлъ* и *известь*, идущіе преимущественно для побѣлокъ, такъ какъ съ масломъ даютъ желтоватый оттѣнокъ. Известь имѣетъ кромѣ того дезинфекцирующее значеніе.

Желтыя: 1) *Охра*, глина, окрашенная водною окисью желѣза. Лучшій сортъ ея называется золотистой охрой. При болѣе интенсивной окраскѣ желѣзомъ получается *умбра*, темно-коричневаго цвѣта. Жженная охра также коричневаго цвѣта. 2) *Желтый кронъ* ($PbCrO_4$). Хорошо кроетъ, но скоро темнѣетъ, особенно съ красками органическаго происхожденія.

Красныя: 1) *Свинцовый сурикъ* ($2PbO . PbO_2$). Это очень прочная краска; хорошо держится на желѣзѣ. 2) *Желѣзный сурикъ, мумія, чернядь*, представляющіе окись желѣза (Fe_2O_3) съ примѣсью въ двухъ послѣднихъ случаяхъ глинистыхъ веществъ.

Синія: 1) *Ультрамаринъ*, который бываетъ различныхъ оттѣнковъ и отличается довольно большой прочностью. 2) *Берлинская лазурь*, желѣзисто-синеродистое соединеніе. Самая употребительная синяя краска, но для штукатурки не годится, такъ какъ быстро разрушается известью.

Употребляются кромѣ того (на клею): *кобальтъ*, *голубецъ* и *индиго*, изъ которыхъ послѣдняя скоро выцвѣтаетъ на солнцѣ.

Зеленыя: 1) *Мѣдянка*, основная уксусно-мѣдная соль. Очень прочна и особенно хороша для желѣза. 2) *Зеленый кронъ* ($Cr_2O . 2H_2O$), дающій весьма прочную окраску.

Кромѣ указанныхъ идутъ: *браунпівейнская*, *малахитовая* и *швейнфуртская зелень* и *сибирка* (преимущественно на клею). Первыя двѣ не годятся на свѣжей штукатуркѣ. Многія краски изъ этой группы отличаются ядовитостью, особенно швейнфуртская зелень.

Черныя: *сажа, жженная кость и графитъ* [1]).

Олифа.

Сырое растительное масло при достаточномъ теплѣ и свѣтѣ можетъ высыхать, превращаясь въ каучукообразную гибкую пленку, но этотъ процессъ продолжается въ теченіе 5—6 дней,

[1]) Краски усиленно фальсифицируется, такъ какъ очень трудно обнаружить это простыми средствами. Чаще пользуются мѣломъ и тяжелымъ шпатомъ для бѣлыхъ красокъ, толченымъ кирпичемъ и жженной охрой для красныхъ; мѣлъ можно узнать по шипѣнію въ кислотахъ (въ извѣстныхъ случаяхъ); $BaSO_4$ не растворяется въ кислотахъ; цинковыя бѣлила растворяются въ кислотахъ безъ шипѣнія, свинцовыя въ уксусной и азотной съ выдѣленіемъ газа, свинцовый сурикъ въ смѣси щавелевой и азотной кислотъ.

что неудобно для практики. При нагрѣваніи масла до 150—250° С высыханіе ускоряется до 3—4 дней, однако для строительныхъ цѣлей и этотъ промежутокъ долженъ быть сокращенъ до 12—24 часовъ. Послѣднее можетъ быть достигнуто только особой варкой съ „сушками", состоящими преимущественно изъ окисловъ, *свинца* и *марганца*, способныхъ довольно легко отдавать свой кислородъ.

Лучшую *олифу* даетъ *льняное масло*, затѣмъ *конопляное*. Для свѣтлыхъ колеровъ употребляется *маковое* и др. Варка производится около 3 часовъ времени на легкомъ, ровномъ огнѣ при температурѣ до 300° С, т. е. не давая маслу кипѣть. Въ послѣднее время входитъ варка олифы *паромъ*, но при этомъ легко получается недостаточная температура [1]).

Хорошая олифа должна 1) твердѣть черезъ 12 часовъ, 2) быть средней густоты, 3) не имѣть мутноватаго осадка. Густая олифа даетъ слишкомъ толстый слой, жидкая можетъ стекать. Свойства олифы существеннѣйшимъ образомъ вліяютъ на прочность окраски, и потому *должно быть обращено особенное вниманіе на приготовленіе или выборъ ея.*

Процессъ высыханія олифы весьма сложенъ и заключается главнымъ образомъ въ окисленіи ея какъ во время варки, такъ и при высыханіи, результатомъ чего является увеличеніе ея въ вѣсѣ (до 10%). Окисленіе продолжается и въ послѣдствіи и сопровождается въ концѣ концовъ разрушеніемъ слоя. Съ увеличеніемъ содержанія сушекъ ускоряется высыханіе, но слой получается болѣе хрупкимъ, а также сокращается и окончательный процессъ разрушенія.

Клей предварительно вымачивается въ водѣ, чтобы очистить его отъ пыли и грязи. Затѣмъ онъ варится на легкомъ огнѣ, пока не сдѣлается *свѣтлымъ*, послѣ чего процѣживается сквозь сито.

[1]) Конопляное масло даетъ болѣе темную и хуже сохнущую олифу; рыжиковое масло вовсе не даетъ олифы; деревянное—очень медленно высыхающую. Темный цвѣтъ олифы показываетъ слишкомъ высокую температуру варки. Муть происходитъ отъ примѣси воды и нерастворившихся сушекъ. Кромѣ того примѣшиваются: канифоль, которая часто даетъ отлипъ и ведетъ къ разрушенію окраски на воздухѣ, ворвань и гарпіусъ, которые узнаются тѣмъ, что 12% растворъ спирта съ ѣдкимъ каліемъ при нагрѣваніи даетъ помутнѣніе. Вообще же хорошая олифа послѣ нагрѣванія 24 часа не выше 100° С должна давать глянцевитую нетрескающуюся пленку. Для варки олифы прибавляется, согласно урочному положенію 2% сурику и 2% зильберглету; для желтой окраски еще 0,7% умбры и бѣлой—0,7% свинцоваго сахару. На „уварку" масла кладутъ около 3%. Соли Mn даютъ болѣе хрупкую пленку изъ олифы; соли же Cu, Zn и Fe вовсе не ускоряютъ высыханія масла.

Составленіе красокъ.

Въ прежнее время смѣшеніе красокъ съ олифой производили растираніемъ ихъ особыми камнями „курантами". Теперь обыкновенно пользуются густыми красками, приготовляемыми фабричнымъ способомъ, разводя ихъ только олифой. При составленіи сложныхъ колеровъ принимаютъ во вниманіе и возможность химическаго воздѣйствія одной краски на другую. Самыми опасными въ этомъ отношеніи являются содержащія сѣрнистыя соединенія [2]).

Казеиновые составы образуются смѣшеніемъ 1 части известковаго тѣста съ 3—5 частями творогу, къ которымъ прибавляется соотвѣтствующая краска. Казеиновыя краски послѣ высыханія дѣлаются нерастворимыми въ водѣ [3]).

Лаки приготовляются раствореніемъ въ олифѣ, скипидарѣ или спиртѣ различныхъ смолъ (дамары, копала, сандарака, шеллака, асфальта). Масляные лаки даютъ слой болѣе эластичный, остальные болѣе хрупкій, но быстрѣе высыхающій.

Масляный лакъ, какъ болѣе прочный, идетъ преимущественно въ сырыхъ мѣстахъ и на наружныя окраски.

Замазки въ сущности представляютъ болѣе густыя краски съ прибавкой ради дешевизны мѣлу. Онѣ употребляется для замазыванія при окраскѣ щелей и углубленій, а также стеколъ при вставленіи ихъ. Замазка для масляной окраски или шпаклевка составляется вообще изъ олифы съ мѣломъ съ примѣсью въ нѣкоторыхъ случаяхъ бѣлилъ или охры. При внутреннихъ подѣлкахъ прибавляютъ еще клеевого раствора для ускоренія высыханія и полученія болѣе крѣпкаго слоя [4]).

Производство работъ.

Подготовка поверхностей. Окрашиваемыя части должны быть безусловно въ сухомъ состояніи. Особенно чувствительна въ этомъ отношеніи масляная окраска, которая вслѣдствіе скопленія

[2]) Количество прибавляемой олифы зависитъ отъ состава краски. Сажа требуетъ 75% ея, мѣдянка 37, мумія 31, охра 30, цинковыя бѣлила 25, желѣзный сурикъ 13, свинцовыя бѣлила 11.

[3]) Съ прибавкой небольшого количества яичнаго бѣлка и толченаго стекла получается замазка, которая годится и для связыванія камней.

[4]) Для приготовленія шпаклевокъ распускаютъ мѣлъ въ 10 — 20% водномъ растворѣ такъ называемаго малярнаго клея (болѣе дешеваго сорта) съ 8 — 12% олифы и прибавляютъ соотвѣтствующаго колера. Для наружныхъ покрасокъ эта замазка негодится, такъ какъ отъ солнца и дождя клей портится, однако, для ускоренія высыханія, которое можетъ продолжаться при одной олифѣ до 2 недѣль, иногда мирятся съ небольшой прибавкой клею.

подъ ней испареній начинаетъ отставать и „пузыриться“. Передъ окраской поверхности должны быть тщательно очищены (щетками, скребками, кистями, мокрой губкой) отъ грязи и ржавчины, а полы въ помѣщеніяхъ вымыты (безъ мыла).

Свѣжая штукатурка не должна никоимъ образомъ краситься масляной краской, такъ какъ известь обмыливаетъ олифу и дѣйствуетъ на многія краски. Слѣдуетъ выждать образованія съ поверхности углекислой пленки, или получить ее искусственно, обмывая стѣны углекислымъ аммоніемъ. Можно также покрывать слабымъ растворомъ соляной кислоты. При дорогой отдѣлкѣ масляную окраску производятъ обыкновенно на второй годъ послѣ отдѣлки помѣщенія [1]).

Масляная окраска.

Послѣ подготовки очисткой поверхность „грунтуютъ“, покрывая при помощи особыхъ кистей слоемъ жидкой краски (съ большимъ содержаніемъ олифы) для того, чтобы облегчить прониканіе краски въ поры матеріала и обезпечить между ними связь. Затѣмъ, когда грунтовка подсохнетъ, „шпаклюютъ“, замазывая щели и неровности замазкой при посредствѣ широкой лопаточки или „шпателя“. По затвердѣніи замазки (дня черезъ три) поверхность „шлифуютъ“ или пемзуютъ, на сухо сглаживая пемзой. Для полученія совершенно гладкой поверхности шлифуютъ на скипидарѣ. Самая окраска производится въ 2—3 слоя, при чемъ шпаклевка и шлифовка часто производятся нѣсколько разъ.

Для обезпеченія прочности и хорошаго приставанія *краска берется средней густоты и втирается посуше въ поверхность* [2]).

Окраска по штукатуркѣ. Грунтуютъ сначала одной олифой до исчезновенія матовыхъ пятенъ; шлифуютъ же мокрой пемзой.

Окраска по дереву. Ненадежные сучья удаляются, остальные же покрываются лакомъ для того, чтобы воспрепятствовать вы-

[1]) Подъ пузырями образуется особая желтобурая тягучая жидкость—линоксидъ. Для тонкой окраски производятъ сначала оштукатурку „грунтомъ“, состоящимъ изъ лучшей пушонки, мелкаго мрамора и чистаго кварцеваго песку, которые по отвердѣніи покрываются растворимымъ стекломъ или флюатируются. Окраска „альфреско“ состоитъ въ томъ, что водяная краска наносится по сырой оштукатуркѣ; получаются нѣжные матовые тона, но мало прочныс.

[2]) Къ масляной краскѣ очень часто прибавляютъ до 10% скипидара, который дѣлаетъ краску болѣе расплывающейся и способствуетъ равномѣрности покрытія и скорѣйшему высыханію ея вслѣдствіе образованія болѣе тонкаго слоя, но злоупотреблять этимъ не слѣдуетъ, чтобы не получить рыхлаго и хрупкаго слоя. Скипидаръ способствуетъ также полученію матовой поверхности, которая достигается болѣе дѣйствительнымъ образомъ прибавкой воска и прикладываніемъ къ окраскѣ щетками.

теканію изъ нихъ смолы. Прошпаклеванныя мѣста во избѣжаніе образованія матовыхъ пятенъ отдѣльно прокрашиваются нѣсколько разъ.

Полы красятся обыкновенно охрой за 3 раза и послѣ просушки натираются восковой мастикой или покрываются лакомъ. Слѣдуетъ обратить при этомъ особенное вниманіе на выборъ олифы, чтобы не получить „отлипа“ [1]).

Окраска по желѣзу. Шпаклевка въ этомъ случаѣ производится на одной олифѣ съ желѣзнымъ сурикомъ, который лучше другихъ красокъ держится на желѣзѣ. Для удаленія ржавчины пользуются металлическими щетками и обмываютъ желѣзо слабой кислотой, которую нейтрализуютъ потомъ растворомъ извести, тщательно смываемымъ водой [2]).

Крыши обыкновенно покрываютъ муміей, которая весьма укрывиста (достаточно 2 раза) и даетъ красивый оттѣнокъ, но она не особенно прочна и въ послѣдствіи крошится. Надежнѣе пользоваться мѣдянкой и желѣзнымъ сурикомъ, хотя послѣдній темнѣетъ, придавая постройкѣ нѣсколько мрачный характеръ (требуетъ 3 разъ [3]). Для сохраненія окраски крышъ слѣдуетъ избѣгать сколки съ нихъ льду въ зимнее время.

Печи и другія нагрѣвающіяся поверхности покрываются краской на дамаровомъ лакѣ или однимъ этимъ лакомъ, но съ предварительной огрунтовкой на олифѣ, чтобы лучше связаться съ поверхностью и получить слой болѣе *эластичнымъ*, что обязательно производится и при *окраскахъ на всякихъ лакахъ*: эмалевомъ, копаловомъ и др.

Клеевая окраска.

Клеевая окраска представляетъ то удобство, что обходится дешевле масляной и потому можетъ быть гораздо чаще возобновляема. Начинаютъ съ *грунтовки*, которую производятъ той-же краской, но разведенной нѣсколько пожиже. Число грунтовокъ обыкновенно отъ одной до двухъ и зависитъ отъ требуемой чистоты окраски. Для составленія краски берутъ мѣлъ, разводятъ

[1]) Для ускоренія высыханія окрашеннаго пола полезно промывать его холодной водой. Совѣтуютъ также примѣнять квасъ и испорченное пиво. Лучше пользоваться клеевымъ растворомъ или протирать тальковымъ порошкомъ. Новое и старое неокрашенное дерево требуетъ до 50% болѣе краски, чѣмъ старое окрашенное.

[2]) Для скрѣпленія желѣза при этомъ съ желѣзомъ и камнемъ служитъ замазка изъ глета съ глицериномъ, а также состоящая изъ желѣзныхъ опилокъ съ уксусомъ или 98 частей просѣянныхъ и очищенныхъ желѣзныхъ опилокъ съ 1 ч. сѣры, затворенныхъ въ горячемъ растворѣ нашатыря.

[3]) При этомъ подъ мѣдянку обязательна грунтовка другой краской, чаще свинцовыми бѣлилами, иначе желѣзо ржавѣетъ.

его въ водномъ растворѣ *клея*, количество котораго опредѣляется въ 5% отъ вѣса мѣла, съ прибавкой соотвѣтственнаго колера. Краска должна получиться средней густоты, такъ какъ жидкая просвѣчиваетъ, а густая лупится. Краску наносятъ кистью слегка, не нажимая, и стараясь не проводить по одному мѣсту болѣе 2—3 разъ; при этомъ возможно чаще перемѣшиваютъ краску въ ведрѣ, чтобы она не осѣдала на дно. Окраску слѣдуетъ производить по возможности въ прохладное время, такъ какъ во время жары она плохо кроетъ.

Иногда обѣлку производятъ на одной *извести*, которая обходится дешевле и имѣетъ въ первое время дезинфекцирующее значеніе, но при этомъ не получается такого чистаго вида и поверхности выходятъ *маркими* [1]).

Вспомогательные матеріалы и работы.

Асфальтъ и работы съ нимъ.

Въ минералогіи *асфальтомъ* называютъ особое смолистое вещество чернаго цвѣта, хрупкое на холоду и размягчающееся при нагрѣваніи. Въ техникѣ такой чистый асфальтъ извѣстенъ подъ именемъ *гудрона*, *битума* или *горной смолы*.

Гудронъ въ чистомъ видѣ встрѣчается очень рѣдко. Лучшая горная смола находится въ мертвомъ морѣ (іудейская смола), гдѣ она плаваетъ на поверхности воды въ видѣ крупныхъ глыбъ. Менѣе чистый продуктъ съ примѣсью глины и песку добывается на островѣ Кубѣ и Тринидатѣ (около 30% чистаго гудрона). Для очистки гудрона отъ этихъ примѣсей пользуются растворимостью его въ нефти, буроугольныхъ маслахъ и т. п. При большомъ содержаніи смолы такіе песчаники въ прежнее время кипятили съ водою, снимая всплывавшую наверхъ смолу.

Въ *чистомъ видѣ* гудронъ представляетъ черную массу съ блестящимъ раковистымъ изломомъ и характернымъ запахомъ. На холоду онъ хрупокъ, около 50° С начинаетъ плавится, а выше 230° разлагается.

Асфальтовый камень, иногда называемый также *асфальтомъ*, представляетъ известнякъ, пропитанный гудрономъ *естественнымъ путемъ* въ количествѣ 8%, рѣдко 20%. Известнякъ, пропитанный искусственно, не получаетъ свойствъ естественнаго асфальта [1]).

Асфальтъ темнокоричневаго цвѣта. При нагрѣваніи до 50°С онъ не плавясь, *разсыпается въ порошокъ* и чѣмъ богаче и равномѣрнѣе пропитанъ гудрономъ, тѣмъ легче и полнѣе происходитъ разсыпаніе. Нагрѣтый до 130°С, асфальтовый порошокъ при *сильномъ сдавливаніи* вновь образуетъ еще болѣе плотную компактную массу, называемую *пресованнымъ асфальтомъ*.

При дальнѣйшемъ нагрѣваніи съ *прибавленіемъ гудрона*, хотя бы въ незначительномъ количествѣ, асфальтовый порошокъ обращается въ полужидкую массу, застывающую при охлажденіи и называемую *асфальтовой мастикой*, которая идетъ на приготовленіе *литого асфальта*.

Залежи асфальтоваго камня находятся у насъ около Сызрани и на Кавказѣ, но онѣ не даютъ при нагрѣваніи порошка, для полученія котораго примѣняются только лучшіе заграничные сорта, добываемые въ Лиммерѣ (около Ганновера) и др.

Асфальтовая мастика приготовляется искусственно съ добавленіемъ около 8% гудрона, такъ что общее количество послѣдняго увеличивается до 15%. Это дѣлается для полученія асфальта при нагрѣваніи въ полужидкомъ состояніи, болѣе удобномъ для производства работъ. Смѣсь расплавляется и варится для удаленія воды, послѣ чего прессуется въ формы.

Нерѣдко для удешевленія продукта вмѣсто гудрона прибавляютъ *каменно-угольной смолы*, но это портитъ продуктъ, такъ какъ на холоду онъ крошится, а въ жаркое время легче размягчается. Нѣсколько лучше дѣйствуетъ примѣсь искусственнаго гудрона, получаемаго изъ нефтяныхъ остатковъ [2]).

Производство работъ.

Асфальтъ представляетъ эластичный матеріалъ, не пропускающій воды, и потому находитъ примѣненіе въ строительномъ дѣлѣ при устройствѣ мостовыхъ, тротуаровъ, половъ, водонепроницаемыхъ прослоекъ и стѣнъ, складываемыхъ изъ кирпича на горячемъ асфальтовомъ растворѣ. Также при устройствѣ основаній подъ молота и машины для уменьшенія передачи сотрясеній, въ видѣ асфальтоваго толя, представляющаго картонъ, пропи-

---

[1]) Для уничтоженія послѣдняго къ извести прибавляютъ около 30% снятого молока и 25% творогу. Такая окраска хорошо держится даже въ мѣстахъ сырыхъ и подверженныхъ дѣйствію пара. Для окраски фасадовъ пользуются исключительно известью (за 2—3 раза). Потолки вмѣсто извести часто покрываются чистымъ или разведеннымъ на 2% клеевомъ растворѣ мѣломъ.

[1]) Можно думать, что аморфный известнякъ при извѣстной обработкѣ можетъ дать удовлетворительный асфальтъ.

[2]) Естественный асфальтъ очень слабо растворимъ въ спиртѣ и придаетъ ему слегка желтую окраску, искусственный же съ газовой смолой, напротивъ, окрашиваетъ спиртъ въ темнобурый цвѣтъ.

танный гудрономъ (часто каменно-угольной смолой или съ примѣсью послѣдняго), асфальтоваго лака и красокъ.

Для мостовыхъ асфальтъ наносится слоемъ до 2 дм. толщиной, для тротуаровъ до 1 дм., половъ около ³/₄ дм. и прослоекъ ¹/₂—³/₄ дм. При этомъ съ цѣлью сохраненія асфальтоваго слоя отъ вдавливанія и разрушенія подъ него устраивается изъ тощаго бетона основаніе въ 5—8 дм толщиной. Для окраски асфальтовыхъ половъ масляной краской они предварительно прокрываются жидкой известью.

Для дешевизны и простоты въ работѣ асфальтъ чаще наносится *литымъ способомъ* изъ мастики съ пескомъ. При особенно же большой ѣздѣ, какъ это дѣлается въ городахъ заграницей, пользуются *пресованнымъ* асфальтомъ, дающимъ болѣе плотную массу, лучше сопротивляющуюся вслѣдствіе отсутствія песку изнашиванію.

Литой асфальтъ приготовляется изъ асфальтовой мастики съ добавкой 50% чистаго песку и 5—8% гудрона. Сначала расплавляется въ переносномъ котлѣ при постоянномъ помѣшиваніи мастика, къ которой постепенно прибавляютъ песокъ и гудронъ. Горячая полужидкая масса выкладывается небольшими порціями на подготовленное основаніе и особыми деревянными гладилками съ приглаживаніемъ разравнивается между рейками для достиженія ровной толщины, послѣ чего посыпается пескомъ.

Пресованный асфальтъ образуется изъ асфальтоваго порошка, нагрѣтаго до 130⁰ и насыпаемаго въ горячемъ состояніи между рейками съ сильнымъ трамбованіемъ и укатываніемъ катками съ горячими углями на подобіе утюговъ. Получается очень плотная и прочная масса, легко выдерживающаяся самую интенсивную уличную ѣзду.

Пробка.

Пробка отличается большою легкостью и плохою звуко и теплопроводностью. Поэтому она находитъ большое примѣненіе при устройствѣ междуэтажныхъ покрытій, каналовъ, трубъ и такихъ перегородокъ, которыя почему-либо нежелательно дѣлать толстыми.

Этотъ матеріалъ примѣняется въ видѣ обрѣзковъ, остающихся послѣ приготовленія пробокъ и связываемыхъ обыкновенно гипсовымъ растворомъ, или въ видѣ досокъ различной толщины и размѣромъ $1 \times \frac{1}{2}$ метр., прессуемыхъ изъ пробковой крупы на особомъ клею и олифѣ. Доски пришиваются къ обрѣшеткѣ изъ брусковъ широкошляпными гвоздями.

Линолеумъ приготовляется изъ болѣе мелкаго пробковаго порошка на густо сваренной олифѣ съ примѣсью красящихъ веществъ, накладываемаго на джутовую ткань [1]).

Линолеумъ идетъ для набивки и наклейки на полы, стѣны и ступени. Передъ употребленіемъ ему слѣдуетъ дать нѣсколько вылежаться, такъ какъ въ свѣжеприготовленномъ видѣ онъ слишкомъ мягокъ и издаетъ запахъ.

Обои.

Помимо масляной окраски, которая обходится сравнительно дорого, затрудняетъ естественную вентиляцію чрезъ стѣны и придаетъ помѣщенію нѣсколько однообразный характеръ, и клеевой, годной только для помѣщеній утилитарнаго характера, внутреннія поверхности жилыхъ построекъ обыкновенно оклеиваются *обоями*. Обои имѣются на любую цѣну и могутъ быть наклеены по картону даже въ помѣщеніяхъ временного характера.

Обои выдѣлываются кусками 10—15 верш. шириной и 11—12 арш. длиной. При болѣе дешевыхъ сортахъ рисунки наносятся прямо на бумагу. Въ настоящее время имѣются особые обои, легко обмываемые при помощи губки водой.

Стѣны предварительно высушиваются для того, чтобы сырость не пробивалась чрезъ обои въ видѣ пятенъ. Штукатурка передъ оклейкой промазывается, если она не вполнѣ суха, мыльнымъ растворомъ, для предупрежденія порчи обоевъ, и затѣмъ оклеивается какой-нибудь мягкой бумагой для приданія обоямъ болѣе ровнаго вида.

Наклейка производится крахмальнымъ клейстеромъ съ прибавкой небольшого количества клею. Наблюдаютъ, чтобы рисунки точно приходились одинъ къ другому, не было горизонтальныхъ стыковъ посреди стѣнъ, и всѣ вертикальные срѣзы были обращены въ болѣе темныя части помѣщенія. Въ углахъ полосы слѣдуетъ прижимать особенно плотно, чтобы по высыханіи не получалось пазухъ. Неровности верхнихъ краевъ полосъ прикрываются различной ширины *бордюромъ*. Если обои могутъ плохо держаться на поверхности, то они наклеиваются по предварительно натянутой серпянкѣ. Обои можно чистить не очень сухимъ и не слишкомъ мягкимъ бѣлымъ хлѣбомъ.

---

[1]) По изслѣдованіямъ Bauschinger'а изнашиваемость линолеума 1,1 — 1,2, тогда какъ гранита 5,9; ксилолита 7,7; дуба 7,8; клинкера 12,4; мрамора 38.4.

Стекла.

Стекло получается сплавленіемъ въ тигляхъ кварцеваго песку и различныхъ щелочей. По способу приготовленія строительные сорта стеколъ раздѣляются на получаемые *дутымъ способомъ* и *литымъ* (зеркальные). Бемскія стекла шлифуются на камнѣ или чугунной плитѣ, легерныя на стеклѣ. Приготовляютъ также рифленныя, волнистыя и съ проволочной сѣткой внутри. По толщинѣ стекла бываютъ *двойныя* и *одинакія*. Различаютъ еще стекла перваго сорта, совершенно прозрачныя, безъ пузырей и значительныхъ полосокъ и низшихъ, худшихъ сортовъ. Для опредѣленія степени окраски стекла смотрятъ чрезъ нѣсколько кусковъ на листъ бѣлой бумаги. Въ настоящее время входятъ въ употребленіе стеклянные шестигранные пустотѣлые кирпичи для устройства свѣтлыхъ переборокъ.

Укрѣпленіе стеколъ въ переплетахъ дѣлается при посредствѣ проволочныхъ шпилекъ, загоняемыхъ стамеской, на замазкѣ, причемъ для плотности замазка прокладывается также между стекломъ и деревомъ. Промазаннымъ фальцемъ стекла обращаются внаружу, чтобы устранить затеканіе за дерево дождевой воды. Крупныя зеркальныя стекла удерживаются деревянными калевками на резиновыхъ полоскахъ, притягиваемыхъ винтами. Въ желѣзныхъ переплетахъ стекла укрѣпляются клямерами и замазываются сурикомъ.

Веревки, пакля, войлокъ, смола.

Веревки и пакля приготовляются изъ пеньки (стебли конопли). Веревки раздѣляются на *бѣльныя* изъ обыкновенной пряди и *смоляныя*. Послѣднія не такъ скоро гніютъ, но даютъ меньшее сопротивленіе. При смачиваніи водой веревки разбухаютъ и укорачиваются. Толщина канатовъ измѣряется окружностью поперечнаго сѣченія ихъ. Въ настоящее время пеньковые канаты очень часто замѣняются болѣе тонкими и долговѣчными *стальными проволочными*.

Пакля идетъ на конопатку щелей и загоняется при помощи особаго тупого или съ углубленіемъ долота.

Войлокъ представляетъ толстые листы изъ валеной коровьей шерсти 1×1 или 1×2 арш. Онъ дурно проводитъ звукъ и тепло, не гніетъ, не горитъ, а только тлѣетъ. Поэтому употребляется для обивки стѣнъ, потолковъ и дверей и обертыванія балокъ по концамъ и противъ раздѣлокъ.

Крупный недостатокъ войлока заключается въ томъ, что онъ легко уничтожается *молью* даже подъ оштукатуркой. Поэтому въ настоящее время его часто замѣняютъ пробкой и асбестовымъ картономъ. Если же этого сдѣлать нельзя, то пропитываютъ глиной или еще лучше *сулемой* (0,1—0,05%), хотя сулема съ теченіемъ времени склонна нѣсколько улетучиваться.

Смола употребляется главнымъ образомъ для покрытія тѣхъ поверхностей, которыя желательно предохранить отъ гніенія. Различаютъ *древесную смолу*, которую гонятъ изъ хвойнаго дерева, и деготь изъ березы, а также *каменноугольную* или газовую, получаемую въ видѣ побочнаго продукта при добываніи изъ каменнаго угля свѣтильнаго газа. Смолы содержатъ *креозотъ* и *фенолы*, которые и дѣйствуютъ антисептическимъ образомъ [1]).

Варъ или *пикъ* представляетъ сильно уваренную смолу, твердую и хрупкую въ холодномъ состояніи.

Гарпіусъ, очищенный варъ, свѣтлаго цвѣта и еще болѣе хрупкій.

---

[1]) Древесная смола растворяется въ алкоголѣ и эфирѣ.

VI.

Дерево и его обработка.

При всей своей легкости дерево отличается упругостью и достаточной крѣпостью. Кромѣ того, оно плохо проводитъ тепло, мягко, вязко и потому легко обрабатывается обыкновенными рѣжущими инструментами. Къ недостаткамъ дерева относится его горючесть, склонность къ растрескиванію и при извѣстныхъ неблагопріятныхъ условіяхъ легкая загниваемость. По стоимости во многихъ мѣстностяхъ дерево оказывается еще весьма доступнымъ для строительныхъ работъ, однако, повсемѣстно распространяющаяся съ ростомъ культуры вырубка лѣсовъ все болѣе и болѣе сокращаетъ количество этого матеріала.

Свойства дерева.

Строеніе дерева. Жизнь и питаніе дерева происходятъ при посредствѣ корней, доставляющихъ ему воду и минеральныя соли, а также листвы, поглощающей изъ воздуха углекислоту и перерабатывающей ее въ древесную ткань или *древесину*.

Вещество дерева состоитъ изъ удлиненныхъ клѣточекъ, сросшихся въ волокна и состоящихъ изъ *клѣтчатки* (целлулозы), съ годами переходящей въ болѣе хрупкую и твердую ткань лигнина. Мѣстами, въ зависимости отъ породы дерева, продольныя волокна связываются поперечною тканью въ видѣ сердцевинныхъ лучей. Въ поперечномъ разрѣзѣ дерево представляется состоящимъ изъ *древесины* и *коры*, между которыми находится еще весьма важное для роста дерева неширокое кольцо *камбія* и съ внѣшней стороны послѣдняго—слой *луба*. Ежегодно весной камбій выдѣляетъ изъ себя рядъ клѣточекъ, которыя и образуютъ за лѣто новое годовое кольцо, откуда по числу колецъ можно судить о возрастѣ дерева. Болѣе молодые слои, расположенные ближе къ камбію, образуютъ *заболонь*, центральные же—*сердцевину*.

Вода съ минеральными солями поднимается изъ корней къ

листьямъ вдоль волоконъ заболони; сформировавшіеся же въ листья подъ вліяніемъ солнечнаго свѣта питательные соки опускаются по лубу внизъ. Существуетъ также движеніе въ поперечномъ направленіи по сердцевиннымъ лучамъ. Поэтому съ каждой новой вѣткой стволъ получаетъ все меньшее количество нужныхъ соковъ и къ вершинѣ выходитъ болѣе тонкимъ. Съ отрубаніемъ или отпаденіемъ вслѣдствіе тѣснаго расположенія деревьевъ нижнихъ вѣтвей дерево растетъ болѣе равномѣрно, давая такъ называемый „мачтовый“ лѣсъ. Дерево живетъ весьма различное время, береза и ель—до 150 лѣтъ, сосна—до 300, дубъ—до 2000 [1]).

На „строевой“ лѣсъ идетъ преимущественно древесина ствола. Кора нѣкоторыхъ породъ употребляется на добываніе дегтя и смолы, а также на плетеніе корзинъ и рогожъ. Кора пробковаго дерева даетъ пробку, а наросты или „наплывы“ такихъ цѣнныхъ породъ, какъ орѣхъ,—фанеры для оклейки болѣе дорогихъ деревянныхъ издѣлій.

Древесина различныхъ породъ при почти одинаковомъ химическомъ составѣ весьма отлична по своей плотности и физическимъ свойствамъ. Средній составъ сухой древесины можетъ быть принятъ въ 49% углерода, 44 кислорода, 6 водорода, 0,5 азота и 0,5 золы. Воды содержится въ свѣжесрубленномъ деревѣ отъ 20 до 60% [2]).

Плотность древесины колеблется въ весьма широкихъ предѣлахъ, доходя до плотности кости, напримѣръ, въ черномъ деревѣ, пальмѣ и даже въ менѣе цѣнномъ грабѣ. Вѣсъ 1 куб. фута, колеблется отъ 1,33 до 1,73 пуда. Удѣльный же вѣсъ самого вещества древесины измѣняется въ меньшей степени и вообще болѣе вѣса воды. Если же дерево не тонетъ, то исключительно благодаря заключающемуся въ порахъ его воздуху [3]).

---

[1]) Близъ Константинополя имѣется знаменитый чинаръ возрастомъ не менѣе 4000 лѣтъ и толщиной болѣе 2 саж.

[2]) Въ высушенномъ при 115° деревѣ содержится углерода 48,88—50,36%, водорода 5.92—6,26, азота 0,4—1,1, кислорода 43,08—44,67 и золы 0,28—1,54. Зола состоитъ въ среднемъ изъ 49% калія, 14 кальція, 13 кремнія, 10 магнія, 3,5 желѣза, 3,5 сѣры. 3.5 фосфора и 3,5 хлора. Воды имѣется въ свѣжесрубленномъ грабѣ около 18,6%. кленѣ 27. ясени 28,7, березѣ 30.8, дубѣ 35,4, ели 37,1, сосны 39,7, букѣ 39,7, ольхѣ 41,6, липѣ 47,1 и въ ивѣ иногда до 60. Главная составная часть древесины клѣтчатка или целлулоза имѣетъ химическую формулу $C_6H_{10}O_5$. Однородность состава древесины различныхъ породъ обусловливаетъ и почти одинаковую нагрѣвательную способность ея въ 4140—4470 (для сухого вещества), разница же въ практическихъ цифрахъ объясняется различной плотностью сортовъ дерева.

[3]) Удѣльный вѣсъ древесины сорокалѣтнихъ: бука 1,39, дуба 1,48, ели 1,68, сосны 1,96 и стодвадцатилѣтнихъ: бука 1,23, дуба 1,13, ели 1,37, сосны 1,27. Вѣсъ кубич. фута свѣжесрубленнаго дерева для осины 1,33 пуд., ели 1,37, липы 1,38, ясени 1,47, ольхи 1,56, сосны 1,57, березы 1,59, дуба 1,73, а вообще лиственныхъ 1,92 и хвойныхъ 1,45.

Неравномѣрность въ ростѣ и плотности древесины особенно замѣтна въ хвойныхъ деревьяхъ, годовыя кольца которыхъ ясно видимы только благодаря большому различію весеннихъ и осеннихъ клѣточекъ древесины. У лиственныхъ породъ это различіе не столь рѣзко и потому годовые слои менѣе явственны. Существенное отличіе хвойныхъ породъ отъ лиственныхъ, помимо указанной разницы въ строеніи и большаго содержанія смолы, заключается еще въ томъ, что хвойныя въ болѣе холодномъ климатѣ и сухой почвѣ, напримѣръ, песчаной (на возвышенностяхъ), получаютъ болѣе прочную и плотную древесину съ узкими кольцами; лиственныя же, напротивъ, на югѣ и при болѣе благопріятныхъ условіяхъ даютъ болѣе плотную древесину съ широкими годовыми слоями [1]).

Заготовка лѣсного матеріала.

Валка деревьевъ. Время валки опредѣляется обыкновенно дешевизной работы и удобствомъ доставки лѣса къ мѣсту дальнѣйшаго отправленія, что у насъ бываетъ *зимой*. Вообще же желательно снимать дерево съ корня въ такое время и при такихъ условіяхъ, когда можно обезпечить полученіе наиболѣе прочнаго матеріала.

Въ этомъ отношеніи зимняя рубка оказывается также наиболѣе благопріятной, такъ какъ въ это время дерево содержитъ соки въ болѣе разжиженномъ состояніи, слѣдовательно срубленное дерево труднѣе подвергается порчѣ [2]).

Самую валку производятъ послѣ предварительнаго удаленія вѣтвей, которыя могутъ повреждать при паденіи сосѣднія деревья, слѣдующими способами.

Фиг. 217.

1) *Подрубкой топоромъ*, самой распространенной у насъ. Подрубаютъ дерево возможно ниже на половину его толщины и съ той стороны, куда оно должно свалиться (**фиг. 217**). Другой подрубъ дѣлаютъ съ противоположной стороны и нѣсколько выше, послѣ чего валятъ дерево привязанными къ вершинѣ канатами.

2) *Подпиливаніемъ пилой*. Его производятъ съ противоположной той сторонѣ, куда дерево должно упасть, расклинивая мѣсто

[1]) Здѣсь лѣтняя древесина состоитъ преимущественно изъ толстостѣнныхъ клѣтокъ.

[2]) Существуетъ нѣсколько другое мнѣніе, основанное на томъ, что зимой хотя дерево и содержитъ нѣсколько болѣе влаги (напримѣръ, согласно изслѣдованіямъ Гартига, хвойное 60% вмѣсто 53% лѣтнихъ), но отлагающійся въ клѣткахъ въ это время крахмалъ можетъ способствовать нападенію насѣкомыхъ. Для удаленія же крахмала рекомендуютъ за 3—4 мѣсяца до валки снимать съ дерева кору.

пропила для того, чтобы не зажимало пилу. При этомъ способѣ меньше теряется дерева на щепки.

3) *Корчеваніемъ*, которое состоитъ въ окапываніи дерева, обрубаніи нѣкоторыхъ корней и выворачиваніи остальныхъ при посредствѣ рычаговъ и веревокъ. При этомъ удаляется и пень, который въ нѣкоторыхъ случаяхъ представляетъ даже извѣстную цѣнность.

Чтобы предупредить при паденіи дерева поврежденіе древесины подкладываютъ обрубленныя вѣтви. Кору послѣ валки снимаютъ съ дерева часто спиралью, чтобы задержать высыханіе и растрескиваніе его. Хвойныя породы оставляются на нѣкоторое время съ корой, чтобы онѣ менѣе теряли смолы. При лѣтней валкѣ дерево тотчасъ освобождается отъ коры для предупрежденія загниванія.

Срубленныя и очищенныя отъ вѣтвей и коры деревья складываются въ штабеляхъ на подкладкахъ для облегченія просушки и предохраненія отъ загниванія, съ защитой ихъ отъ солнца и вѣтра.

Сорта лѣсного матеріала.

Срубленный лѣсъ употребляется въ видѣ цѣльныхъ бревенъ или распиливается въ ручную и на особыхъ станкахъ по частямъ примѣнительно къ потребностямъ въ строительномъ дѣлѣ. Различаютъ слѣдующіе сорта его.

1) **Бревна**, 4—8 верш. толщиной и 3—5 саж. длиной. Толщина измѣряется въ тонкомъ концѣ или *отрубѣ*. Въ толстой его части или *комлѣ* для хвойныхъ породъ оно выходитъ на $^1/_{90}$—$^1/_{140}$ болѣе. Если-же коничность бревна превосходитъ указанный предѣлъ, то оно называется „закомлистымъ“. При пріемкѣ бревенъ допускается уклоненіе толщины въ отрубѣ въ меньшую сторону на $^1/_2$ верш., такъ что бревно въ $4^1/_2$ вершка принимается за 5 вершковое. Отличаютъ также „подвязникъ“ для лѣсовъ, который имѣетъ въ отрубѣ $2^1/_2$—3 верш. при возможно большей длинѣ.

2) **Накатникъ**, представляющій тѣ же бревна, но $2^1/_2$—4 верш. толщиной.

3) **Жерди**, отличающіяся отъ накатника еще меньшей толщиной.

4) **Кокоры**, бревна или накатникъ съ частью корня, примѣняемые для укрѣпленія бортовъ въ баржахъ, а послѣ разборки послѣднихъ идущіе иногда на устройство переборокъ.

5) **Пластины**, бревна распиленныя по оси. Употребляются на шпалы и въ тѣхъ случаяхъ, когда нужна большая толщина при

не широкомъ долевомъ стыкѣ, напримѣръ, при устройствѣ колодцевъ.

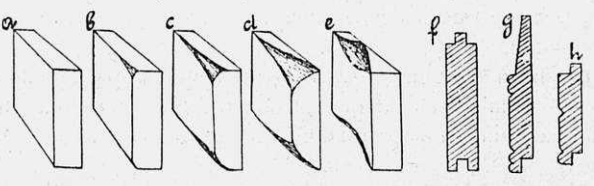
6) **Четвертины**, пластины, распиленныя на двѣ равныя по длинѣ части.

7) **Брусья**, вытесываемые изъ бревенъ. Отеску производятъ на два канта (лежни) и на четыре, чисто и съ обливиной по угламъ.

8) **Доски**, отличающіяся отъ брусьевъ меньшей толщиной. Ширина досокъ колеблется нормально отъ 5 до 11 дм. при толщинѣ отъ $^1/_2$ до 3 дм., при чемъ допускается недостача по ширинѣ на $^1/_2$ дм.

По чистотѣ кромокъ доски раздѣляются на:

а) *Чистыя* или обрѣзныя, безъ обливинъ (**фиг. 218**-а). Употре-



Фиг. 218.

бляются на чистыя подѣлки, открытыя съ обѣихъ сторонъ. Отличаютъ обрѣзныя съ небольшой обливиной (b), идущія преимущественно на устройство чистыхъ половъ.

b) *Полуобрѣзныя* (c), съ обливиной на произвольную длину, но съ остающейся, хотя бы не широкой, плоской кромкой, почему доска имѣетъ вездѣ полную ширину и можетъ быть приставлена вплотную къ сосѣдней. Другой конецъ обыкновенно выходитъ обрѣзнымъ.

c) *Получистыя* (d), безъ сплошной плоской кромки, почему доска часто не имѣетъ полной ширины и иногда даже переходитъ въ горбыль. Другой конецъ нормально получается полуобрѣзнымъ, но при закомлистомъ деревѣ можетъ быть и обрѣзнымъ. Обливина такъ же, какъ и въ предыдущихъ сортахъ можетъ быть расположена и посерединѣ (e), что получается при кривомъ бревнѣ.

Приготовляются также машиннымъ способомъ *шпунтованныя доски* (f), *рустикъ* (g) и *вагонка* (h).

Горбыли представляютъ доски безъ широкой плоской грани съ одной изъ сторонъ.

Бракомъ называютъ доски неполной мѣры и по своему неправильному очертанію не подходящія ни подъ одинъ изъ указанныхъ видовъ, а также съ трещинами, сквозными сучьями и другими пороками.

9) **Рѣшетины**, бруски квадратнаго сѣченія $1^1/_2$—3 дм. въ сторонѣ. Бываютъ обрѣзныя и съ обливиной.

10) **Драница**, тонкія наколотыя лучинки 1 саж. длиной, $^1/_8$—$^1/_4$ дм. толщиной и 1, $1^1/_2$, 2 дм. шириной (одиночная, полуторная, двойная). Продается пучками по 100 штукъ и идетъ подъ оштукатурку. Отличаютъ также *кровельную драницу* 8—16 верш. длиной и 2—4 верш. шириной, употребляющуюся для кровли.

11) **Гонтъ**, трехгранныя дощечки съ пазомъ для вкладыванія гребня сосѣдней штуки, 1 арш. длиной и 4 верш. шириной.

12) **Фанеры**, тонкія доски и листы болѣе дорогихъ породъ, дуба, орѣха.

Пріемка и пороки дерева.

Кромѣ надлежащихъ *размѣровъ* и *внѣшней формы* лѣсного матеріала при пріемкѣ обращаютъ вниманіе на *строеніе* и *доброкачественность древесины*, а также на *сухость* ея.

Пороки дерева состоятъ въ неправильностяхъ строенія и порчѣ самого вещества древесины.

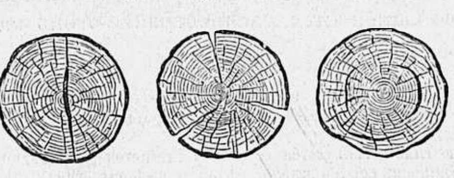
Недостатки строенія дерева:

1) **Свилеватость** представляетъ извилистое расположеніе волоконъ, почему доски, выпиленныя изъ такого дерева, вслѣдствіе перерѣзки волоконъ, выходятъ весьма ломкими. Однако часто это строеніе сообщаетъ дереву красивый узоръ (корельская береза, наплывной орѣхъ). На бревна указанный недостатокъ не оказываетъ замѣтнаго вліянія.

2) **Косослой** состоитъ въ расположеніи волоконъ по пологой спирали, почему подобно предыдущему не допускаетъ употребленія такого дерева на доски.

3) **Крень** или эксцентричность годовыхъ слоевъ, съ сердцевиной не въ центрѣ ствола, что встрѣчается весьма часто у деревьевъ, растущихъ на опушкѣ. При высыханіи такой лѣсъ выгибается по длинѣ.

4) **Трещины**: а) *Сердцевинныя*, идущія по направленію сердцевинныхъ лучей (**фиг 219**). Онѣ происходятъ отъ быстраго усыханія дерева. Въ случаѣ большого количества и глубины (*метикъ*) при распиловкѣ слѣдуетъ соображаться съ направленіемъ ихъ.



Фиг. 219. Фиг. 220. Фиг. 221.

b) *Вѣтрянка*, тоже серд-

цевинныя трещины, но болѣе тонкія и въ большемъ числѣ, происходящія отъ раскачиванія дерева вѣтромъ и встрѣчающіяся чаще въ нижней части старыхъ деревьевъ, с) *Морозины*, трещины отъ сильныхъ морозовъ (**фиг. 220**). Если онѣ не зарастаютъ и не затягиваются смолой, то ведутъ къ загниванію, d) *Отлупы*, трещины между отдѣльными слоями (**фиг. 221**).

5) **Сучковатость**, вообще затрудняющая обработку дерева, при крупныхъ же сучкахъ уменьшающая сопротивленіе изгибу. Особенно вредны *роговые сучья*, которые, будучи при жизни дерева сломаны не у самаго ствола, не успѣли срostись съ нимъ, отчего при усыханіи легко выпадаютъ.

Порча древесины:

1) **Синева**, выражается синимъ цвѣтомъ древесины и означаетъ начало порчи ея. Мѣстная синева не имѣетъ большого значенія и почти всегда бываетъ на сплавномъ лѣсѣ, но при употребленіи такого дерева въ сырыхъ мѣстахъ, синева быстро его разрушаетъ [1]).

2) **Ситовина** представляетъ красноватыя или бурыя пятны, образующіяся вслѣдствіе прониканія въ трещины зародышей особыхъ грибковъ. Хотя въ сухомъ мѣстѣ гніеніе можетъ на время прекращаться, но лѣсъ съ ситовиной бракуется.

3) **Сердцевинная гниль** обусловлена также жизнедѣятельностью грибка и выражается пятнами въ спѣлой древесинѣ, которыя разрастаются и выходятъ внаружу въ видѣ *нароста* (сосновая губка [2]).

4) **Гнилое кольцо** или ложная заболонь состоитъ изъ нѣсколькихъ гнилыхъ колецъ внутри древесины.

5) **Табачные сучья** являются результатомъ загниванія сучьевъ, превращающихся въ красноватую массу, похожую на табакъ.

6) **Сѣрянка**, загнившія раны, наполнившіяся смолой и затянувшіяся новыми слоями.

Кромѣ того на деревѣ бываютъ замѣтны даже слѣды разрушенія его *домовымъ грибомъ и насѣкомыми.*

Сохраненіе дерева.

При извѣстныхъ неблагопріятныхъ условіяхъ какъ въ складахъ, такъ и въ постройкахъ дерево весьма легко подвергается порчѣ и кромѣ того легко воспламеняется, распространяя огонь на сосѣдніе горючіе предметы.

[1]) Напримѣръ полокъ въ банѣ можетъ сгнить въ одинъ годъ. Этотъ видъ гнили обусловленъ жизнедѣятельностью гриба Ceratestona piliferun, весьма распространеннаго у насъ.

[2]) Сосновая губка или красная гниль вызывается грибкомъ Trametes pini; бѣлая гниль на дубѣ и букѣ—Hydnum dinersideus; сердцевинная бѣлая и красная гниль на осинѣ—Polyporus salicimes.

Главными условіями сохраненія дерева является его сухость, отсутствіе питательныхъ веществъ и устраненіе той обстановки, при которой возможна жизнедѣятельность микроорганизмовъ, грибковъ и насѣкомыхъ, способныхъ разрушать дерево.

Сушка дерева. При *естественной сушкѣ* дерево складывается съ промежутками въ штабеляхъ подъ навѣсами, гдѣ и оставляется не менѣе года. При этомъ влажность его уменьшается въ среднемъ до 20%. Черезъ нѣсколько лѣтъ такой сушки можно понизить ее до 15, рѣдко 10%. Климатъ и существованіе вѣтровъ играютъ въ этомъ случаѣ большую роль.

Для дальнѣйшаго пониженія влажности необходима уже *искусственная сушка*, которая производится въ спеціальныхъ сушильняхъ нагрѣтымъ воздухомъ. Наиболѣе экономичными являются такія сушильни, при которыхъ въ камеру съ деревомъ прямо пускаются, продукты горѣнія, окуривающіе и дезинфекцирующіе матеріалъ. Однако это небезопасно въ пожарномъ отношеніи, и дерево получаетъ темную окраску. Чаще печами или паровыми трубами пользуются для нагрѣванія воздуха. Температура сушки желательна не ниже 100°С, чтобы могъ свернуться растительной бѣлокъ.

Продолжительность сушки зависитъ отъ размѣровъ лѣса. Такъ, доски могутъ быть просушены въ теченіе 2—3 сутокъ, толстыя бревна въ 10—20 дней. *Чѣмъ равномѣрнѣе и медленнѣе сушка, особенно вначалѣ, тѣмъ меньше трескается дерево.*

Для столярныхъ подѣлокъ лѣсъ сушится подъ потолкомъ мастерскихъ въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ. Иногда пользуются также пропариваніемъ дерева [1]). Искусственная сушка обходится довольно дорого и примѣняется преимущественно для столярныхъ издѣлій.

Коробленіе дерева. При высушиваніи дерево усыхаетъ, уменьшаясь въ объемѣ главнымъ образомъ вслѣдствіе сближенія волоконъ. Поэтому въ то время какъ по длинѣ оно укорачивается въ среднемъ до 0,2%, по сердцевиннымъ лучамъ усыханіе доходитъ до 5% и по направленію годовыхъ слоевъ до 10% [2]).

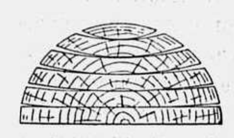
[1]) Паръ впускается при температурѣ 170°С въ герметически закупоренный желѣзный цилиндръ. Послѣ этого понижаютъ температуру въ немъ, вслѣдствіе чего образуется разрѣженное пространство, что въ свою очередь вызываетъ дальнѣйшее выдѣленіе изъ дерева влаги. Не слѣдуетъ при этомъ нагрѣвать дерево выше 170,° такъ какъ при 175° оно бурѣетъ, а при 250° обугливается.

[2])

Береза	усыхаетъ вдоль волок. на	0,07-0,9%,	по радіусу	1,7-7,2	и касат.	3,2- 9,3
Дубъ лѣтній	„ „ „	0,2 -0,3	„	3,2-3,3	„	0,6- 7,3
Ель	„ „ „	0,09-1,12	„	1,7-4,8	„	4,1- 8,1
Липа	„ „ „	0,1 -0,12	„	0,4-7,1	„	0,4-10,9
Сосна	„ „ „	0,01-0,2	„	0,6-3,8	„	2,1- 6,8
Ясень	„ „ „	0,18-0,8	„	0,5-7,8	„	2,6-11,8

При быстромъ высыханіи въ особенности свѣжесрубленнаго дерева съ большимъ содержаніемъ влаги натяженія внѣшнихъ частей древесины могутъ оказаться настолько значительными, что она трескается. Вліяніе усыханія увеличивается еще тѣмъ обстоятельствомъ, что наружные слои состоятъ изъ болѣе рыхлой заболони и по этому должны усыхать больше.

Если дерево можетъ согнуться, то вмѣсто растрескиванія происходитъ *коробленіе*, какъ это обыкновенно случается съ досками (**фиг. 222**). Изъ чертежа ясно, что наименьшимъ усыханіемъ должны отличаться сердцевинныя доски и наибольшимъ горбовыя. Брусъ съ центральнымъ расположеніемъ сердцевины (**фиг. 223**) не долженъ давать коробленія, которое можетъ появиться при боковомъ расположеніи ея (**фиг. 224**). При намоканіи сухого дерева происходитъ коробленіе въ обратномъ направленіи [1]).



Фиг. 222.



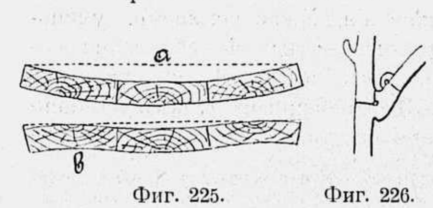
Фиг. 223.



Фиг. 224.

Коробленіе имѣетъ особенное значеніе въ столярномъ дѣлѣ. Въ этомъ случаѣ принимаются спеціальныя мѣры противъ него. Дерево выщелачивается погруженіемъ въ теплую воду для удаленія соковъ, которые въ высушенномъ состояніи отличаются гигроскопичностью. Такимъ же образомъ дѣйствуетъ кипяченіе дерева въ теченіе нѣсколькихъ часовъ и пропариваніе паромъ [2]).

Кромѣ того коробленіе ослабляютъ соотвѣтствующимъ выборомъ матеріала, напримѣръ, балясины приготовляются изъ молодого нетолстаго лѣса, доски для половъ берутся поуже, а также — комбинированіемъ надлежащимъ образомъ частей. Широкія щиты составляются изъ двухъ рядовъ досокъ съ накрестъ расположенными волокнами и изъ ряда досокъ, скрѣпленныхъ шпонками, наградками, шипами, или извѣстнымъ образомъ склеенныхъ, какъ показано на **фиг. 225** (в вмѣсто а).



Фиг. 225. Фиг. 226.

Предохраненіе дерева отъ гніенія заключается въ защитѣ его отъ тѣхъ началъ, которыя вызываютъ гніеніе, и отъ прониканія

[1]) Дерево, искусственно высушенное, особенно жадно впитываетъ воду и за сутки можетъ поглотить до 20% влаги.

[2]) Оно ведется при температурѣ, нѣсколько высшей 100°С и сопровождается уменьшеніемъ дерева въ вѣсѣ до 10%, при чемъ лучше гнется и дѣлается крѣпче.

сырости, способствующей развитію ихъ. Для этого отравляютъ вещество дерева и закупориваютъ поры его.

Причинами порчи и гніенія дерева служатъ *насѣкомыя, бактеріи и грибки*. Здоровое, неповрежденное и сухое дерево съ малымъ содержаніемъ соковъ весьма рѣдко подвергается нападенію ихъ. *Особенно вреднымъ является попеременное смачиваніе дерева водой*, такъ какъ оно даетъ необходимую для паразитовъ влагу и способствуетъ разрыхленію древесины. Отсутствіе свѣта и вентиляціи (застой воздуха), влажность и теплота, которая наиболѣе благопріятна при 20—35°С, являются необходимыми условіями для процессовъ гніенія. Низкая температура останавливаетъ жизнедѣятельность заразныхъ началъ, но не убиваетъ ихъ [1]). При благопріятныхъ условіяхъ дерево можетъ существовать неопредѣленно долго. При постоянномъ нахожденіи подъ водой оно также хорошо сохраняется.

Изъ *насѣкомыхъ* на дерево чаще нападаетъ *древесный червь* (червоточина), *верфяной жукъ* и *термиты* (особый видъ муравьевъ въ южныхъ странахъ). Подъ водой—*бурильная раковина* и *шашень* или бурильный червь, который пробуравливаетъ дерево своими ходами вдоль волоконъ. Онъ водится только въ теплыхъ моряхъ (у насъ въ Черномъ [2]).

Изъ *грибковъ* наиболѣе опаснымъ по быстротѣ разрушенія является *домовой грибъ* или домовая губка (merulius lacrymans), который главнымъ образомъ нападаетъ на *хвойное* дерево, но иногда и на дубъ. Вначалѣ на деревѣ замѣчаются лишь бѣлыя точки, которыя въ нѣсколько дней развиваются въ бѣлоснѣжныя ватообразныя сплетенія (мицелій), покрытыя небольшими каплями прозрачной жидкости, почему и самый грибъ называютъ „плачущимъ".

Гифы (нити) этого гриба распространяются внутри дерева, отнимая отъ него бѣлковыя вещества и растворяя древесину, отъ которой остается бурая масса, распадающаяся при высыханіи на характерные *кубическіе кусочки*. Особенностью этого гриба представляется еще то, что онъ способенъ переползать черезъ каменныя и тому подобныя части и нападать на совершенно *сухое* дерево, такъ какъ можетъ получать пищу и влагу при посредствѣ мицелія изъ позади лежащей древесины [3]).

[1]) Легче всего они погибаютъ въ кислой жидкости или нейтральной, но нагрѣтой до 100°С. въ сухомъ же воздухѣ—при 130°.

[2]) Шашень попадаетъ въ дерево при посредствѣ яицъ, плавающихъ въ водѣ, или непосредственно прикрѣпляется къ дереву. Онъ отличается громадной плодовитостью и требуетъ для своего развитія чистой морской воды и жаркаго времени, зимой же погибаетъ.

[3]) Въ свѣжемъ состояніи домовой грибъ имѣетъ пріятный запахъ, при гніеніи же отмершихъ плодоносныхъ его частей развиваются отвратительные гнилостные, весьма вредные для здоровья газы. Подъ микроскопомъ характерной особенностью этого гриба

Зараженіе домовымъ грибомъ происходитъ при помощи споръ или нитей мицелія. Проростаніе споръ возможно только въ *щелочной средѣ*. Онъ легко развивается въ отхожихъ мѣстахъ (моча), въ междуэтажной положенной въ сыромъ состояніи смазкѣ, въ полахъ, закрытыхъ асфальтомъ и линолеумомъ и т. п.

Мѣрами противъ гніенія служатъ:

1) *Окраска масляными красками*, которыя образуютъ съ поверхности плотный кожистый слой, препятствующій прониканію въ дерево сырости и заразныхъ началъ. Иногда для болѣе гоубокаго пропитыванія пользуются одной разогрѣтой олифой.

2) *Обмазываніе смолой*, что слѣдуетъ производить послѣ совершеннаго высушиванія дерева, въ противномъ же случаѣ можетъ даже замедляться высыханіе и происходить гніеніе, въ особенности при свѣжесрубленномъ, богатомъ соками деревѣ. Въ этомъ случаѣ слѣдуетъ оставлять неосмоленными нѣкоторыя части, напримѣръ, торцы, какъ это дѣлается при осмолкѣ половыхъ балокъ.

3) *Обугливаніе*. Оно способствуетъ поддержанію дерева при постоянной влажности и даже нѣсколько дезинфекцируетъ его тѣми продуктами сухой перегонки, которые могутъ получаться при обугливаніи. Аналогично дѣйствуетъ обтрамбовываніе жирной глиной, также препятствующей перемѣнамъ влажности.

4) *Пропитываніе антисептиками*, убивающими заразныя начала. Сюда относится *хлористый цинкъ, мѣдный купоросъ, креозотовый деготь* и *сулема*.

Самое дѣйствительное средство въ особенности противъ домоваго гриба *сулема* (достаточно 0,1—0,5% раствора), намазываемая съ поверхности. Но она дорога и представляетъ *сильный ядъ*. Во избѣжаніе случайнаго отравленія растворъ передъ употребленіемъ окрашивается фуксиномъ.

Мѣдный купоросъ (1—2,5%) представляетъ также дѣйствительное средство, но съ трудомъ проникаетъ въ древесину и портитъ желѣзныя части.

Хлористый цинкъ дешевъ и не портитъ дерева, но довольно легко выщелачивается.

Креозотовый деготь закупориваетъ поры, не измѣняя свойствъ дерева, и представляетъ сильное противогнилостное средство, хотя дорогъ и увеличиваетъ воспламеняемость матеріала.

Большинство изъ этихъ средствъ вгоняютъ въ дерево пневма-

являются мѣстныя утолщенія на гифахъ (фиг. 226), въ которыхъ выростаютъ перегородочки и происходитъ развѣтвленіе грибницы. Весьма похожъ на описанный грибъ Polyporus vaporarius, ватообразныя массы котораго все время остаются бѣлоснѣжными, тогда какъ у merulius'а онѣ къ старости спадаютъ и образуютъ шелковистый пепельный покровъ въ родѣ кожи.

тическимъ способомъ, впуская паръ и производя затѣмъ разрѣженное пространство [1]).

Предохраненіе дерева отъ воспламененія достигается пропитываніемъ его растворимымъ стекломъ, иногда съ мѣломъ и глиной, квасцами съ желѣзнымъ купоросомъ и углекислымъ аммоніемъ, что, однако, оказывается дѣйствительнымъ на извѣстное лишь время.

Механическія свойства дерева.

Сопротивленіе дерева. Такъ какъ древесина состоитъ изъ соединенныхъ между собой волоконъ, то сопротивленіе на растяженіе вдоль волоконъ значительнѣе (въ 5—10 разъ) сопротивленія въ поперечномъ направленіи. Вообще же имѣетъ значеніе влажность, плотность, возрастъ древесины и положеніе ея въ стволѣ, не говоря уже, конечно, о болѣзненности и дряблости. Отсюда ясно, что дерево можетъ обладать весьма различной крѣпостью.

Сосна уступаетъ по крѣпости дубу и иногда даже ели. *Влажность* мало оказываетъ вліянія на сопротивленіе сжатію и замѣтно понижаетъ его на растяженіе, однако и излишняя сухость дѣлаетъ дерево болѣе хрупкимъ. Временное сопротивленіе *вдоль волоконъ на растяженіе* для сосны и ели (въ среднемъ 700—800 кил. на кв. см.) почти въ 2—3 раза превосходитъ сопротивленіе *сжатію* (250—300 кил.), сопротивленіе же *на изгибъ* (400—500 кил.) представляетъ среднее между ними [2]).

[1]) Шпалы, пропитанныя сулемой, служатъ изъ сосны 15—17 лѣтъ, изъ ели 10—12; креозотомъ мѣднымъ купоросомъ 14—16 и 9—10; хлористымъ цинкомъ 15 и 10 лѣтъ; креозотомъ 14—16. На практикѣ пропитываніе хлористымъ цинкомъ является вполнѣ достаточнымъ, такъ какъ за это время шпала успѣваетъ износиться отъ механическихъ поврежденій. Очень хорошіе результаты даетъ пропитываніе хлористымъ цинкомъ совмѣстно съ креозотомъ. Замѣчено, что желѣзныя части ржавѣютъ и при хлористымъ цинкѣ.

Противъ домоваго гриба оказался также дѣйствительнымъ микотанатонъ, составляемый изъ 3,7 фунта глауберовой соли, 1,8 хлорной извести и 0,26 сулемы, которыя смѣшиваются съ $1^1/_2$—$4^1/_2$ ведрми воды съ прибавленіемъ передъ употребленіемъ 5,5 фунт. соляной кислоты. При этомъ пораженное дерево и прилегающее въ разстояніи 2 арш. къ послѣднему должно немедленно сжигаться. Деревянныя балки все же предпочитаютъ въ настоящее время замѣнять металлическими.

[2]) Старое дерево съ одеревенѣлыми уже клѣтками и сердцевина сравнительно съ заболонью даютъ большую твердость, а также большее сопротивленіе сжатію, скалыванію и изгибу и нѣсколько меньшее растяженію. Характерно также и то, что при изгибѣ разрушаются обыкновенно не сжатыя части, а растянутыя (скалываніе), хотя сопротивленіе на растяженіе значительно болѣе сжатія. Предѣлъ упругости на растяженіе составляетъ 20—40% отъ временнаго сопротивленія. Испытаніе на сжатіе нормально производится вдоль волоконъ, почему различаемое иногда смятіе вдоль волоконъ есть то же сжатіе или точнѣе начальный фазисъ его. При увеличеніи вышины сжатыхъ частей сопротивленіе ихъ соотвѣтственно уменьшается. При испытаніи на сжатіе поперекъ волоконъ нѣкоторые образцы сосны и ели сжимаются до 1/3 своей высоты, не обнаруживая трещинъ. При этомъ сопротивленіе сжатію поперекъ волоконъ оказывается равнымъ 0,3 сжатія вдоль ихъ, а смятію около 0,1 послѣдняго для хвойныхъ породъ и 0,2 для дуба; перерѣзываніе же можетъ быть принято равнымъ сжатію поперекъ волоконъ. Скалываніе также невелико и составляетъ около 0,15—0,2 отъ сопротивленія сжатію (вдоль волоконъ).

На *смятіе* и *скалываніе* дерево работаетъ значительно слабѣе и дѣйствіе послѣдняго можетъ усиливаться еще усушкой и растрескиваніемъ древесины, въ особенности если она довольно сырая.

Принимая *запасъ крѣпости* въ $^1/_8$—$^1/_{10}$, можно допустить для хвойныхъ породъ (въ кил. на кв. см. и въ пуд. на кв. дм. въ скобкахъ):

Растяженіе параллельно волоконъ		80 — 100 . . .	(40)
Сжатіе	„ „	30 — 50 . . .	(20)
Сжатіе перпендикулярно	„	9 — 15 . . .	(6)
Изгибъ		55 — 70 . . .	(30)
Скалываніе		6 — 10 . . .	(4)
Начало смятія[1] „	„	3 — 5 . . .	(2)

Свойства породъ. Не смотря на довольно однородный химическій составъ, породы имѣютъ не только отличную по плотности древесину, но также и другія особенности.

А) ***Хвойныя породы.*** Онѣ отличаются смолистостью и прямизной ствола, но имѣютъ довольно мягкую древесину и слабое сцѣпленіе между волокнами.

1) *Сосна* самая употребительная строительная порода. Вслѣдствіе большаго сравнительнаго содержанія смолы и большей стоимости относительно ели, она идетъ преимущественно на части сооруженія, которыя подвержены сырости, а именно на полы, стропила, сваи, наружныя рамы и переплеты и т. п. Она принимаетъ чистую столярную отдѣлку, но въ тепломъ комнатномъ воздухѣ легко выдѣляетъ, въ особенности изъ сучьевъ, смолу. Идетъ также на топливо.

2) *Ель* уступаетъ соснѣ въ прочности и при употребленіи на чистые полы легко „щепится“[2]).

Такъ какъ она дешевле сосны, то при пріемкѣ слѣдуетъ обращать вниманіе на отличительные признаки этихъ двухъ породъ. Сучья у ели въ разрѣзѣ круглые, такъ какъ растутъ перпендикулярно къ стволу и въ довольно большомъ количествѣ, у сосны же—овальные и часто разбросаны по всему дереву. По цвѣту же и смолистому запаху древесины легко смѣшать свѣтлую сосну, растущую на жирной влажной почвѣ (мендовую), съ красноватой елью, выросшей на высокомъ песчаномъ мѣстѣ (рудовой).

3) *Лиственница* хорошо сохраняется подъ водой и поэтому примѣняется въ корабельномъ и портовомъ дѣлѣ; хорошо также полируется.

---

1) Иногда смятіе считаютъ равнымъ сжатію перпендикулярно волокнамъ, но это не совсѣмъ правильно особенно, если хотятъ обезпечить неизмѣняемость формы дерева.

2) При сжиганіи ель даетъ много искръ и производитъ трескъ.

4) *Пихта* обладаетъ большой упругостью и по свойствамъ подходитъ къ ели, хотя встрѣчается гораздо рѣже.

Б) ***Лиственныя породы*** содержатъ мало смолы и отличаются большимъ разнообразіемъ.

1) *Дубъ* такъ же, какъ и букъ, съ большимъ развитіемъ сердцевинныхъ лучей, придающихъ его древесинѣ характерный рисунокъ. Онъ отличается большою твердостью и значительною связью между волокнами, почему идетъ на всякія подѣлки и особенно на паркетъ, мебель и приготовленіе бочекъ. Колется онъ неровно. Это одна изъ прочныхъ породъ, сохраняющаяся даже при перемѣнномъ смачиваніи и высушиваніи. Но особенно хорошо выдерживаетъ онъ пребываніе подъ водой, при чемъ чернѣетъ и пріобрѣтаетъ необыкновенную твердость[1]).

2) *Береза* отличается довольно большой плотностью и вязкостью, но легко коробится, почему только въ исключительныхъ случаяхъ идетъ на столярныя работы. Даетъ хорошее топливо. Древесина ея мало прочна, кора же или *береста* содержитъ много смолы и не гніетъ, вслѣдствіе чего употребляется на обертываніе концовъ балокъ и вообще въ видѣ изолирующаго слоя.

3) *Ясень* съ желтоватой древесиной, часто красиваго узора. Довольно рыхлъ по строенію и потому для порѣзокъ не годится, идетъ же преимущественно для фанеръ и столярной работы.

4) *Ольха* имѣетъ мягкую красноватую древесину, легко и ровно пропитывающуюся красками, почему употребляется на дешевую мебель и для поддѣлки болѣе цѣнныхъ породъ. Въ сырыхъ мѣстахъ легко гніетъ, подъ водой же сохраняется хорошо; примѣняется иногда для колодцевъ.

5) *Осина* отличается бѣлизной и чистотой древесины, вслѣдствіе чего часто идетъ на устройство выдвижныхъ ящиковъ; также хорошо рѣжется и колется[2]).

6) *Липа* съ весьма мягкой однородной древесиной. Мало коробится и трескается. Имѣетъ большое примѣненіе для рѣзныхъ, токарныхъ и столярныхъ работъ, въ частности для чертежныхъ досокъ. Лубъ липы идетъ на мочалу, а молодые побѣги на лыко.

7) *Кленъ* съ атласно-бѣлой древесиной употребляется на столярныя издѣлія.

8) *Букъ* красноватаго цвѣта съ многочисленными сердцевинными лучами, идетъ, между прочимъ, на гнутую мебель.

---

1) Замѣчено, что желѣзо въ дубовомъ деревѣ ржавѣетъ и древесина дѣлается дряблой.

2) Осиновыя дрова отличаются весьма цѣннымъ свойствомъ размягчать при сожиганіи сажу, почему употребляются періодически передъ очисткой трубъ.

На букъ очень похожъ *чинаръ*, весьма распространенный у насъ на Кавказѣ.

9) *Грабъ* (бѣлый букъ) весьма твердъ и плотенъ.

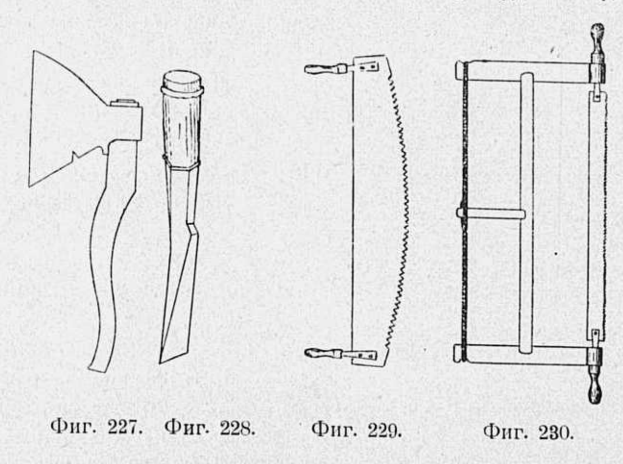
10) *Вязъ*, какъ показываетъ само названіе, весьма вязокъ и твердъ, почему идетъ на оглобли, ободья, кили, хотя съ трудомъ обрабатывается. Отличается мелкослойной желтоватой древесиной, похожей на дубъ.

11) *Рябина* весьма вязка и упруга. Изъ нее приготовляютъ рукоятки инструментовъ и деревянные винты.

12) *Ива* быстро прорастаетъ и даетъ много длинныхъ прутьевъ, поэтому примѣняется для укрѣпленія откосовъ, изъ прутьевъ же плетутся корзины.

Плотничныя работы.

Плотничныя работы обыкновенно состоятъ въ грубой обработкѣ бревенъ и досокъ и устройствѣ изъ нихъ болѣе крупныхъ частей сооруженій. Поэтому для производства этихъ работъ употребляются такіе инструменты, какъ *топоръ* (**фиг. 227**), *долото*



Фиг. 227. Фиг. 228. Фиг. 229. Фиг. 230.

(**фиг. 228**), *пила*, поперечная (**фиг. 229**) и лучковая (**фиг. 230**) съ разведенными зубьями и *рубанокъ*, если приходится строгать доски или чисто обдѣлывать бревна. Кромѣ того пользуются *причалкой* съ вѣскомъ, которую намазываютъ углемъ или мѣломъ.

Собственно основнымъ инструментомъ для плотничныхъ работъ служитъ топоръ, и хорошій ловкій плотникъ однимъ этимъ инструментомъ можетъ исполнять почти всѣ работы до порѣзокъ

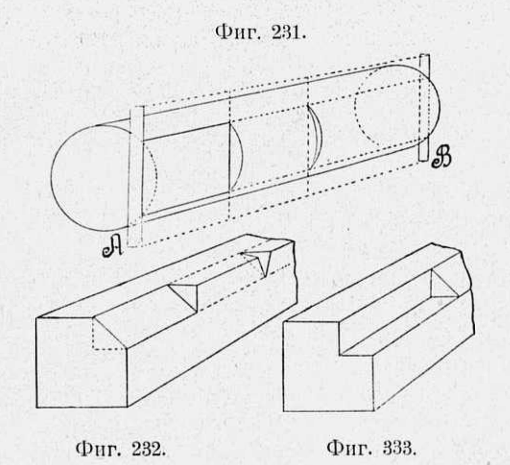
включительно. Пила же служитъ главнымъ образомъ для уменьшенія потери матеріала, которая неизбѣжно получается при работѣ однимъ топоромъ въ видѣ „щепы". Очень часто признаютъ даже болѣе выгоднымъ рубку брусьевъ изъ бревенъ топоромъ сравнительно съ выпиливаніемъ ихъ.

При всякой *рубкѣ топоромъ* надрубаютъ снимаемую часть поперекъ черезъ ½—1 арш. (**фиг. 231**) для того, чтобы ускорить отдѣленіе снимаемаго слоя и предупредить раскалываніе дерева не по назначенному направленію, что особенно легко можетъ происходить при косослоѣ.

Перерубка бревенъ дѣлается съ двухъ сторонъ, при чемъ одна грань зарубки направляется вертикально къ мѣсту отруба, а другая наклонно.

Отеска бревенъ производится постепеннымъ нарубаніемъ и сниманіемъ горбылей (**фиг. 231**) послѣ предварительнаго обозначенія причалкой направленія тески. Для полученія правильной, плоской грани направленіе ея передъ началомъ работы провѣшивается двумя линейками A и B, поставленными по отвѣсу.

Фиг. 231.



Фиг. 232. Фиг. 333.

При отескѣ бревна въ брусъ болѣе выгоднымъ въ смыслѣ полученія большаго сопротивленія представляется прямоугольное сѣченіе съ отношеніемъ высоты къ ширинѣ, какъ 7 : 5 [1]).

Выбираніе четвертей и шпунта производится постепеннымъ снятіемъ частей бруса, какъ показано на **фиг. 232 и 233**. При выдѣлкѣ паза сначала дѣлаются на мѣстѣ вырубки концомъ топора крестообразные надрубы. Пазъ прочищается долотомъ.

Сплачиваніе бревенъ исполняется отеской ихъ въ параллельномъ направленіи, для достиженія котораго сначала прикладываютъ одно бревно поплотнѣе къ другому, затѣмъ проводятъ между

[1]) Для расчерчиванія дѣлятъ діаметръ на три равныя части и изъ полученныхъ точекъ возстановляютъ перпендикуляры въ разныя стороны до пересѣченія съ окружностью.

ними желѣзной скобочкой или *чертой*, обозначая на бревнѣ направленіе прилегающей части другого.

Плотничныя соединенія.

Соединеніе деревянныхъ частей производится прирубкой и прирѣзкой ихъ между собой. Если соединеніе не подвержено какимъ-нибудь опредѣленнымъ усиліямъ, исключая случайныхъ толчковъ, то обыкновенно оно получается простымъ наложеніемъ одной части на другую, при чемъ для выравниванія ихъ въ одну плоскость производится врѣзка на половину толщины каждой или *въ полдерева*. При существованіи же напряженій части врубаются такимъ образомъ, чтобы соединенія ихъ выдерживали эти напряженія. При этомъ руководствуются слѣдующимъ.

1) Глубина и размѣры врубки должны сообразоваться съ величиной соединяемыхъ кусковъ и дѣйствующими на соединеніе силами съ достиженіемъ *равномѣрнаго напряженія* матеріала во всѣхъ частяхъ ихъ.

2) Производятъ врубку преимущественно не въ главномъ, а въ вспомогательномъ брусѣ.

3) Плоскости встрѣчи брусьевъ въ частяхъ соединеній проводятъ по возможности *перпендикулярно къ дѣйствующимъ силамъ*, чтобы не было ни скольженія, ни раскалыванія дерева.

4) Избѣгаютъ сложныхъ и трудно исполнимыхъ соединеній.

5) Направляютъ вырубаемыя въ деревѣ части такимъ образомъ, чтобы *не происходило затеканія и скопленія воды*.

Типы соединеній. По относительному положенію частей различаютъ: 1) *сращиваніе*, когда одна часть составляетъ продолженіе другой, и *наращиваніе*, если онѣ находятся въ вертикальномъ положеніи; 2) *встрѣчу подъ угломъ*, которая можетъ происходить въ горизонтальной плоскости и въ вертикальной; 3) *пересѣченіе частей*; 4) *сплачиваніе* на всемъ протяженіи ихъ.

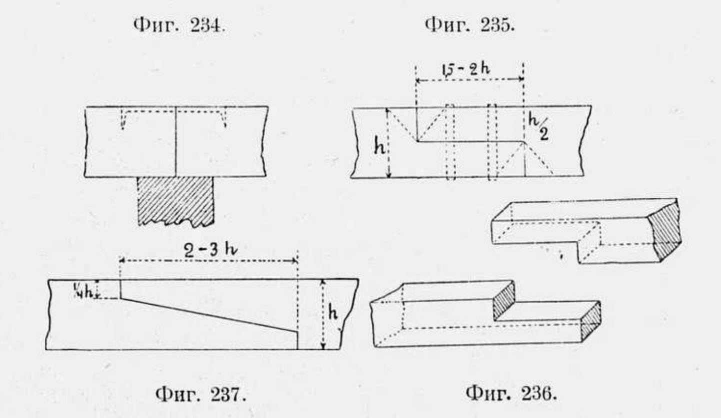
Кромѣ того по формѣ поперечнаго сѣченія частей соединенія бываютъ слѣдующія: бревенъ и брусьевъ между собой; бревенъ и брусьевъ съ досками; досокъ между собой.

Сращиваніе.

1) **Прямой стыкъ** или *въ притыкъ* (**фиг. 234**). Брусья спиливаются по угольнику и сладываются спиленными концами, что возможно, конечно, только надъ опорой. Соединеніе сопротивляется исклю-

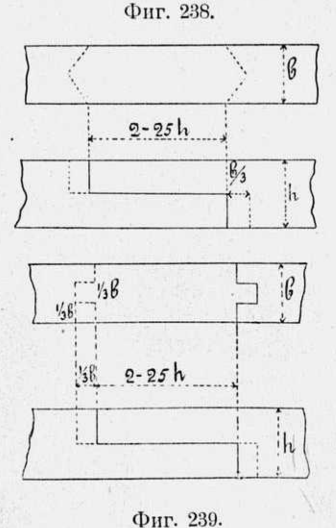
чительно сжимающимъ усиліямъ. При наличности желѣзной скобы (прочерчено пунктиромъ) допустимы незначительныя также растягивающія и боковыя усилія. Стыкъ можетъ быть сдѣланъ и наискосокъ. Иногда онъ усиливается накладками со шпонками.

2) **Прямая накладка** или *въ полдерева* (**фиг. 235** и **236**) мало от-



Фиг. 234. Фиг. 235. Фиг. 237. Фиг. 236.

личается отъ предыдущаго, хотя представляетъ нѣсколько большее сопротивленіе боковому движенію вслѣдствіе тренія. Дѣлается съ прямымъ и скошеннымъ срѣзомъ. Соединеніе съ острымъ срѣзомъ не особенно желательно, такъ какъ можетъ вызывать раскалываніе въ этихъ мѣстахъ дерева.



Фиг. 238. Фиг. 239.

Это соединеніе такъ же, какъ и остальные виды сращиванія, *могутъ быть усиливаемы нагелями, болтами и хомутами*.

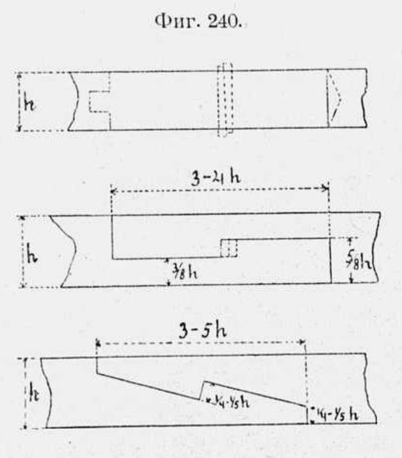
3) **Косая накладка** (**фиг. 237**) должна быть признана слабѣе предыдущей, такъ какъ вслѣдствіе существованія наклонной плоскости можетъ вызывать скольженіе.

4) **Накладка съ угловымъ скосомъ** (**фиг. 238**) и съ *торцовымъ гребнемъ* (**фиг. 239**) сопротивляется сдвигу. Угловой скосъ можетъ быть сдѣланъ въ планѣ и въ профили. Въ послѣднемъ случаѣ соединеніе будетъ скрѣплено и въ вертикальномъ направленіи, но менѣе надежно.



5) **Прямой замокъ** или *врубка съ зубомъ* (**фиг. 240**) бываетъ *простой*, *съ скошеннымъ угломъ* или *гребнемъ* и съ *натяжнымъ клиномъ* (прочерчено пунктиромъ). Первые назначаются для противодѣйствія сдвигу. Сопротивленіе прямого замка считается въ $^1/_8$ цѣльнаго бруса, при чемъ онъ допускаетъ какъ *сжатіе*, такъ и *растяженіе*. Натяжные клинья дѣлаются двойными для удобства стягиванія ослабѣвшаго замка. Этотъ видъ сращиванія является самымъ надежнымъ и весьма пригоденъ для составленія наклонныхъ стоекъ, подкосовъ, а также затяжекъ. Онъ обязательно усиливается хомутами или болтами съ накладками.

Фиг. 240.



Фиг. 241.

6) **Косой замокъ** (**фиг. 241**) сопротивляется растяженію слабѣе прямого и равняется $^1/_{10}$ цѣлаго бруса. На сжатіе примѣненіе его не желательно; кромѣ того онъ требуетъ большой затраты дерева, хотя и прочнѣе прямого. Концы врубки иногда скашиваются во внутрь, но это можетъ вызывать откалываніе смежныхъ частей. Для стягиванія замка употребляются также натяжные клинья.

7) **Сковородень** глухой и сквозной примѣняется весьма рѣдко, такъ какъ требуетъ очень тщательной призрѣзки.

Наращиваніе.

1) **Въ притыкъ** употребляется очень рѣдко, чаще же съ заершеннымъ *штыремъ* (**фиг. 242**), съ двойнымъ металлическимъ *башмакомъ* (**фиг. 243**) или съ желѣзными *накладками*, стянутыми кольцами.

2) **Шипомъ**, который препятствуетъ только сдвигу (**фиг. 244**). Шипъ можетъ быть замѣненъ также *гребнемъ*.

3) **Прямая накладка**, подобная такой же при сращиваніи. Иногда она усиливается обвитымъ кругомъ обручнымъ желѣзомъ.

4) **Прямой замокъ**, какъ и при сращиваніи.



Фиг. 242, 243 и 244.

Соединеніе подъ угломъ концами.

1) **Въ полъ дерева** или въ накладку (**фиг. 245**), иногда усиливаемую нагелями.

2) **Прямой шипъ, замокъ** или проушина (**фиг. 246**).

Фиг. 245. Фиг. 246. Фиг. 247.

Фиг. 248.

Фиг. 249.

Фиг. 250. Фиг. 251.

3) **Косой шипъ** или *шипъ сковороднемъ* (**фиг. 247**) сопротивляется разъединенію частей въ одномъ направленіи.

4) **Полулапа** (**фиг. 248**), иногда съ шипомъ. Эта врубка от-

части сопротивляется разъединенію брусьевъ по направленію ихъ.

5) **Въ обло**, *съ остаткомъ* (**фиг. 249**). Чашка дѣлается въ накладываемомъ бревнѣ снизу, чтобы предупредить затеканіе воды. Такъ рубятъ бревенчатыя стѣны.

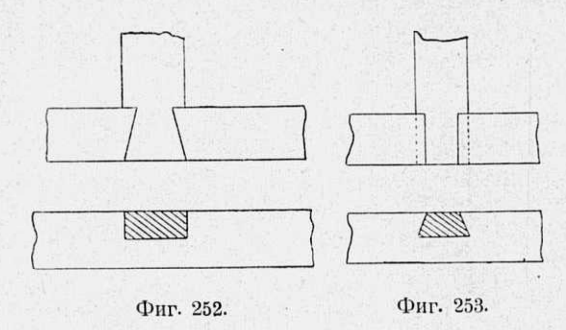
6) **Въ присѣкъ**, *съ остаткомъ* (**фиг. 250**). Отличается отъ предыдущаго тѣмъ, что у внутренняго угла оставляется шипъ А, который устраняетъ образованіе въ углу щели. Употребляется также при рубкѣ стѣнъ.

7) **Лапа** (**фиг. 251**). Она сопротивляется разъединенію частей въ обоихъ направленіяхъ. Очень часто добавляется съ внутренней стороны шипъ (прочерченъ пунктиромъ). Такъ соединяются деревянныя стѣны *безъ остатка*.

Примыканіе и встрѣча подъ угломъ.

1) **Прямая накладка**, подобная **фиг. 245**. Она бываетъ *сквозная* и *четвертная*, не доходящая до наружнаго края.

2) **Простая лапа** (**фиг. 252**), которая можетъ быть со скосомъ



Фиг. 252. Фиг. 253.

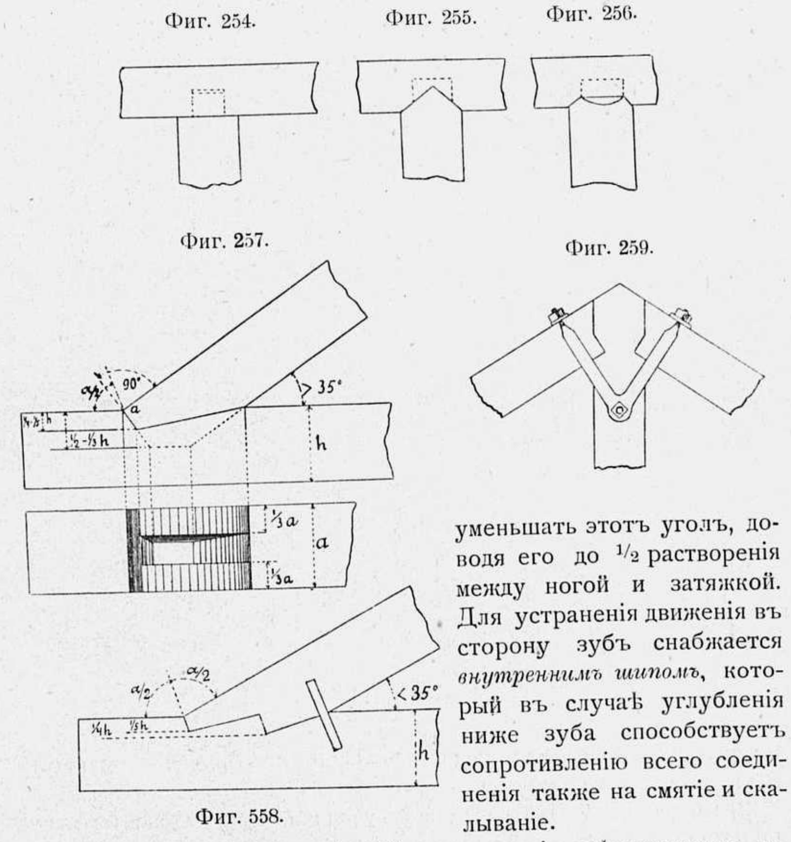
на одной сторонѣ (полулапа). Это соединеніе сопротивляется дѣйствію только по направленію примыкающаго бруса.

3) **Задвижной замокъ** (**фиг. 253**) дѣлаютъ тогда, когда хотятъ, чтобы брусъ не могъ отдѣлиться кверху. Иногда его срѣзаютъ только съ одной стороны, прижимая съ другой клиномъ.

4) **Шипъ**, можетъ быть *глухимъ* и *сквознымъ*. Глухой шипъ употребляется преимущественно при соединеніи насадки со стойкой для того, чтобы въ гнѣздо не затекала вода (**фиг. 254**). Для защиты отъ сырости и торца послѣдній скашиваютъ (**фиг. 255 и 256**). Соединеніе стойки съ лежнемъ, напротивъ, раціональнѣе производить сквознымъ шипомъ.

5) **Простой зубъ** (**фиг. 257**) употребляется при соединеніи стро-

пильной ноги съ затяжкой и подкосомъ подъ угломъ болѣе 35°. Глубина врубки его дѣлается $^1/_3$—$^1/_5$ h. Упорная площадка α вообще срѣзается перпендикулярно къ дѣйствующей силѣ, т. е. направленію стропильной ноги, однако для затрудненія при осѣданіи противоположнаго конца ноги выворачиванія зуба можно нѣсколько



Фиг. 254. Фиг. 255. Фиг. 256. Фиг. 257. Фиг. 259. Фиг. 558.

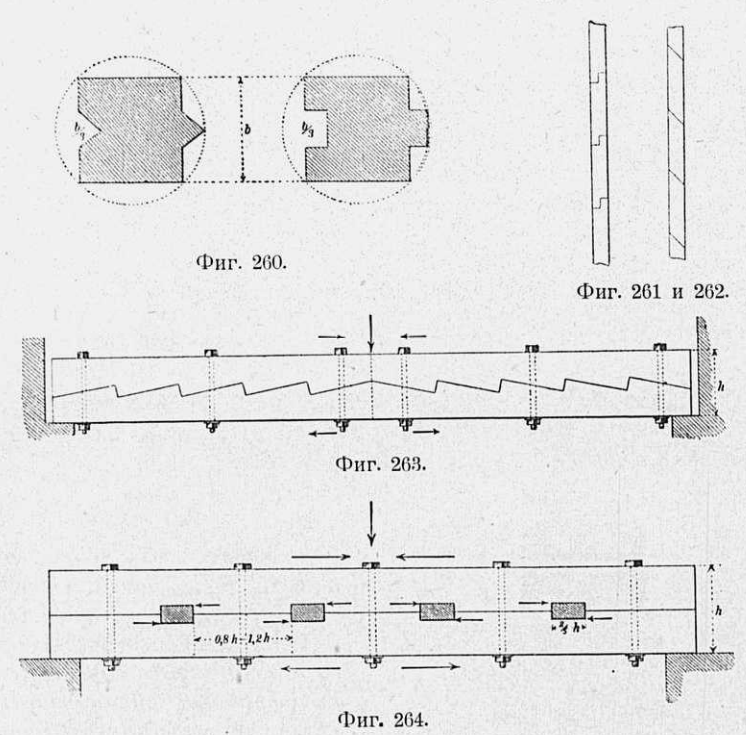
уменьшать этотъ уголъ, доводя его до $^1/_2$ растворенія между ногой и затяжкой. Для устраненія движенія въ сторону зубъ снабжается *внутреннимъ шипомъ*, который въ случаѣ углубленія ниже зуба способствуетъ сопротивленію всего соединенія также на смятіе и скалываніе.

При углѣ встрѣчи менѣе 35° и увеличеніи слѣдовательно составляющей, приходящейся на подкосъ, площадь скалыванія тоже увеличивается примѣненіемъ *двойного зуба* (**фиг. 258**).

Когда врубка подкоса должна быть сдѣлана у самаго конца бруса, зубъ относится назадъ (**фиг. 259**), или усиливается желѣзной уздой, обнимающей обрѣзъ зуба и упирающейся въ зарубку съ нижней поверхности затяжки. Заграницей въ такихъ случаяхъ пригоняются особые башмаки изъ чугуна на болтахъ.

Сплачиванiе.

1) **Въ шпунтъ (фиг. 260).** На одной сторонѣ выбирается *пазъ*, на другой—*гребень*, которые бываютъ треугольные и прямоугольные. Послѣднiе плотнѣе и потому болѣе употребительны. Такъ



Фиг. 260.

Фиг. 261 и 262.

Фиг. 263.

Фиг. 264.

соединяются шпунтовыя сваи, вертикальные брусья при рубкѣ стѣнъ и доски для половъ.

2) **Въ четверть.** Это соединенiе увеличиваетъ плотность стыка, но не даетъ совмѣстной работы въ смежныхъ частяхъ, какъ при шпунтѣ. Употребляется преимущественно для обшивки досками (**фиг. 261**), которыя соединяются также въ *ножевку* (**фиг. 262**).

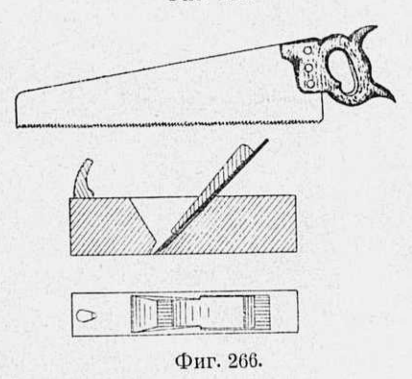
3) **На зубьяхъ и шпонкахъ (фиг. 263 и 264).** Шпонки обыкновенно дѣлаются изъ болѣе крѣпкаго дерева, напримѣръ, изъ дуба. Въ настоящее время составныя деревянныя балки съ успѣхомъ замѣняются *желѣзными*.

4) **На вставные клинья** часто вмѣстѣ съ соединенiемъ въ пазъ.

Разсчетъ частей соединенiй заключается въ выравниванiи напряженiй въ отдѣльныхъ частяхъ и подборѣ соотвѣтствующихъ размѣровъ ихъ, исходя изъ того, что сопротивленiе сжатiю или смятiю по волокнамъ составляетъ около 0,5 растяженiя, скалыванiе 0,1 отъ растяженiя и 0,2 отъ сжатiя, а смятiе поперекъ волоконъ около того же или нѣсколько меньше, если неизмѣняемость соединенiй играетъ важную роль. Такимъ образомъ при расчетѣ прямого замка, напримѣръ, кладя въ круглыхъ числахъ врубку въ $^1/_4$ h, получимъ длину ея въ 5 разъ больше, т. е. $1^1/_4 — 1^1/_2$ h. и все соединенiе не менѣе $2^1/_2—3$ h. Толщина остающейся части бруса могла была быть сдѣлана и тоньше, особенно при растяженiи, но она нѣсколько увеличивается, такъ какъ часто подвергается и изгибу. Сопротивленiе соединенiя въ цѣломъ, такимъ образомъ, можетъ быть принято въ $^1/_4$ (глубина врубки) отъ всего бруса при сжатiи и въ $^1/_4 \times {}^1/_2 = {}^1/_8$ при растяженiи, такъ какъ оно въ 2 раза болѣе сжатiя.

Столярныя работы.

Столярныя работы отличаются отъ плотничныхъ главнымъ образомъ большей *чистотой* и употребленiемъ *клея*. Для достиженiя болѣе тщательнаго исполненiя примѣняются спецiальные для каждаго случая инструменты.



Фиг. 265.

Фиг. 266.

Пилы употребляются съ болѣе мелкими зубьями и узкими лентами для выпиливанiя по кривому направленiю. Пользуются также *ножевками* (**фиг. 265**), пилами съ рукояткой на одномъ концѣ.

Рубанки (**фиг. 266**) примѣняются съ закругленнымъ лезвеемъ (шерхебели), съ *двойнымъ* для болѣе тонкой стружки и *фуганки*, съ длинной колодкой для выравниванiя поверхностей. Также имѣются различные рубанки для *калевокъ* и *шпунта*.

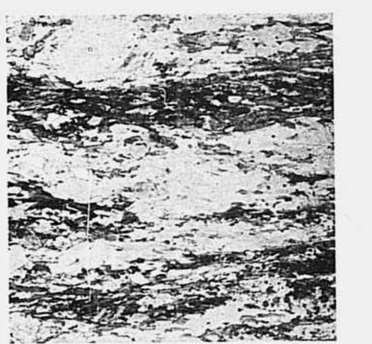
Отверстiя просверливаются *буравами* и *коловоротами* съ *перками*.

Наклейка производится по пригонкѣ частей и подготовкѣ поверхностей *цынубелемъ* для того, чтобы сдѣлать ихъ болѣе *шероховатыми*. Затѣмъ предварительно нагрѣвши части для лучшаго проникания клея въ поры, быстро обмазываютъ ихъ клеемъ и зажимаютъ въ особыхъ *тискахъ* и *струбцинкахъ*. Склеиванiе должно быть настолько крѣпкимъ, чтобы изломъ происходилъ по дереву, а не по клею [1]).

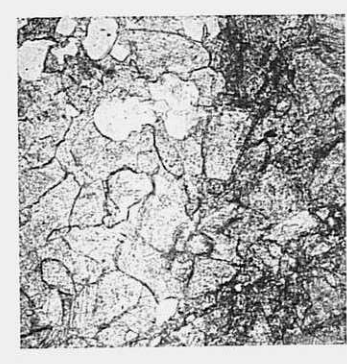
---

[1]) Сопротивленiе клеевого шва при соединенiи торцами 122 кил. для дуба и 105 для сосны, вдоль же волоконъ 55 для дуба и 24 для сосны.

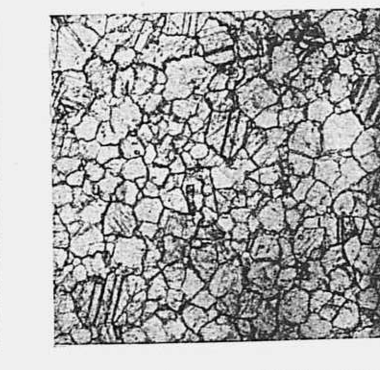
Снимки шлифовъ главнѣйшихъ строительныхъ матерiаловъ.



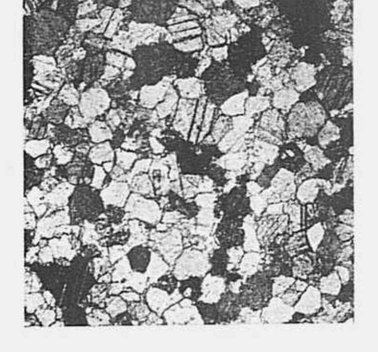
1. **Гнейсъ** съ р. Исаковки Енис. губ. (Увелич. 18). Темныя полоски бiотита; остальное кварцъ (почти безъ полевого шпата).



2. **Тивдiйскiй мраморъ.** (18). Свѣтлые кристаллы кварцъ; сѣрые кальцитъ съ доломитомъ. Черныя пылевыя точки вѣроятно сѣрный колчеданъ.



3. **Каррарскiй мраморъ.** (18) Кристаллы кальцита съ характерной штриховкой. (Въ простомъ свѣтѣ).



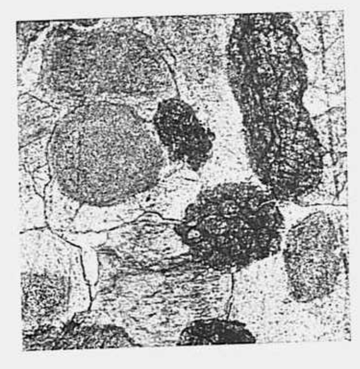
4. **Каррарскiй мраморъ.** (18). Тотъ-же шлифъ, но въ поляризованномъ свѣтѣ.



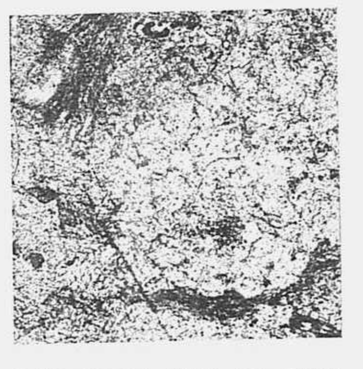
5. **Гангутскiй красн. гранитъ.** (18). Черныя мѣста зерна бiотита; сѣрыя съ штриховкой—альбита и микроклина; свѣтлыя безъ нея—кварца. Черныя точки гематитъ. (Въ поляриз. свѣтѣ).



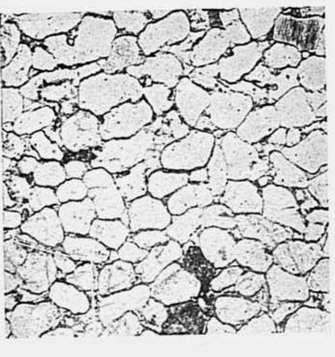
6. **Сердобольскiй сѣр. гранитъ** изъ цоколя Инж. замка. (18). Черные кристаллы бiотитъ; темные съ штриховкой роговая обманка; свѣтлые—кварцъ, съ штриховкой ортоклазъ съ плагiоклазомъ.



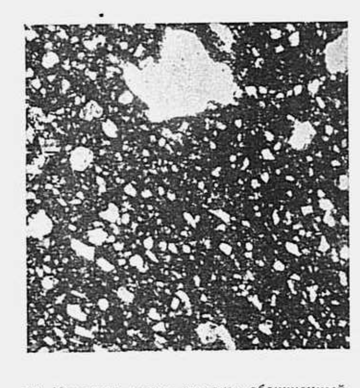
7. **Ревельскiй известнякъ.** (18). Сѣрыя мелкiя зерна - кальцитъ. Темныя округленныя включенiя окаменѣлости корненожекъ. Свѣтлые мѣста—щели шлифа.



8. **Путиловская плита.** (18). Темныя мѣста и точки глина; остальное известь съ нѣсколькими зернами зеленаго глауконита. (Полное отсутствiе спайности).



9. **Шокшинскiй песчаникъ.** (18). Болѣе темныя кварцевыя зерна гуще окрашены гематитомъ (краснаго цвѣта).



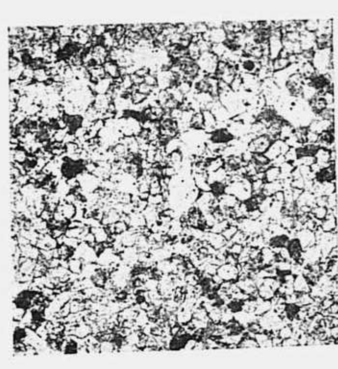
10. **Кирпичъ** красн. хорошо обожженный. (18). Свѣтлыя мѣста—зерна песку и частью поры.



11. **Бѣлый чугунъ.** съ 3,26% С.; 0,59 Si; 0,91 Mn; 0,2 P, обработ. пикрин. кисл. (270). Крупныя свѣтлыя мѣста цементитъ, съ черными полосками перлитъ. (Съ фот. П. Сахарова).



12. **Сѣрый чугунъ** съ 3,5% С.; 2,4 Si; 0,5 Mn., обраб. пикр. кисл. (270). Черныя сплошныя мѣста графитъ, свѣтлыя ферритъ. Внизу (а) островокъ цементита. Остальное съ полосками перлитъ. (Съ фот. П Сахарова).



13. **Радомскiй песчаникъ.** (18). Кварцевыя зерна, сцементированныя глиной.



14. **Сварочное желѣзо** съ 0,1% С (9). Состоитъ изъ зеренъ феррита съ черными прослойками шлаковъ. (Разрѣзъ вдоль бруска).



15. **Сталь** съ 0,6% С, медленно охлажденная и обраб. азот. кисл. (25). Большiя зерна перлита, окруженныя болѣе свѣтлымъ ферритомъ.



16. **Сталь,** закаленная при 1000° С. и обраб. азотокисл. амон. (850). Состоитъ изъ мартенсита.



17. **Сталь** съ 1,1% С., закаленная выше 1000° С. и обраб. азкисл. амон. (840). Свѣтлые кристаллы аустенита, сцемент. болѣе темнымъ мартенситомъ.

Того-же автора.

1. **Вентиляція неподогрѣтымъ воздухомъ.** (Включая испытаніе вентиляціи Тимоховича комиссіей при инженерной академіи). 44 стр. 1903 г. **Ц. 90 к.**

2. **Выборъ и опредѣленіе размѣровъ нагрѣвательныхъ приборовъ водяного и парового отопленія.** 90 стр. 42 рис. и 5 табл. 1905 г. **Ц. 1 р. 40 к.**

3. **Системы водяного отопленія съ усиленной циркуляціей.** 27 стр. 13 рис. 1906 г. **Ц. 80 к.**